



**ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS DE FÁBRICA Y ELABORACIÓN DE  
INDICADORES DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA ITC INGENIERÍA DE  
PLÁSTICOS INDUSTRIALES**

**DIEGO FERNANDO GONZALEZ ESCOBAR**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
SANTIAGO DE CALI  
2009**

**ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS DE FÁBRICA Y ELABORACIÓN DE  
INDICADORES DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA ITC INGENIERÍA DE  
PLÁSTICOS INDUSTRIALES**

**DIEGO FERNANDO GONZALEZ ESCOBAR**

**Pasantía institucional para optar al título de  
Ingeniero industrial**

**Director**

**MARIA ELIZABETH RAMIREZ JIMENEZ**

**Ingeniera industrial**

**UNIVERSIDAD AUTONÓMA DE OCCIDENTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**SANTIAGO DE CALI**

**2009**

**Nota de aceptación:**

**Aprobado por el Comité de  
Grado en cumplimiento de los  
requisitos exigidos por la  
Universidad Autónoma de  
Occidente para optar al título de  
Ingeniero Industrial**

**Ing. Luís Alberto García  
Jurado**

**Ing. Gosman Gallego Rojas  
Jurado**

**Santiago de Cali, de Junio 9 de 2009**

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor agradece a las siguientes personas:

ELIZABETH RAMIREZ, Ingeniero Industrial, Directora de gestión de calidad ITC.

LUIS EDUARDO CARBONELL CAICEDO, Administrador de empresas, Gerente general ITC.

GLORIA XIMENA LOPEZ, Contadora, Gerente administrativa ITC.

JUAN CARLOS LOPEZ, Diseñador industrial, Jefe de producción ITC.

## **CONTENIDO**

<b>GLOSARIO</b>	<b>13</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>15</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>16</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>17</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>18</b>
<b>2.1 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>18</b>
<b>2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>18</b>
<b>3. LA EMPRESA</b>	<b>19</b>
<b>3.1 GENERALIDADES</b>	<b>19</b>
<b>3.2 ANTECEDENTES</b>	<b>21</b>
<b>3.2.1 Misión</b>	<b>21</b>
<b>3.2.2 Visión</b>	<b>21</b>
<b>3.2.3 Política</b>	<b>22</b>
<b>3.3 JUSTIFICACIÓN</b>	<b>22</b>
<b>4. MARCO TEÓRICO</b>	<b>24</b>
<b>4.1 PROCESOS DE TRABAJO Y PROCESOS DE MECANIZADO POR ARRANQUE VIRUTA</b>	<b>24</b>
<b>4.1.1 Procesos de mecanizado por arranque de viruta</b>	<b>24</b>
<b>4.1.1.1 Mecanizado manual</b>	<b>24</b>

4.1.1.2	Mecanizado con maquinas herramientas	25
4.2	ANÁLISIS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS	26
4.2.1	Análisis del método	27
4.2.2	Estudio de tiempos	28
4.2.2.1	Equipo utilizado en los estudios de tiempos	28
4.2.2.2	Selección del trabajador en estudio	28
4.2.2.3	Métodos para el registro de tiempos	29
4.2.2.4	Ciclos de estudio	29
4.2.2.5	Desempeño del operario	30
4.2.2.6	Suplementos	31
4.3	ORGANIZACIÓN Y MEJORA EN LOS PUESTOS DE TRABAJO	32
4.3.1	Distribución en planta	32
4.3.2	El método de las 5s	32
4.4	ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS	33
4.5	INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD	33
5.	ESTUDIO DEL TRABAJO	35
5.1	DISEÑO DE LA HOJA DE PROCESO	35
5.2	SELECCIÓN DEL TRABAJADOR EN ESTUDIO	37
5.2.1	Trabajadores en estudio	37
5.2.2	Trabajadores aptos para el estudio	37
5.3	RECABAR INFORMACIÓN SOBRE EL TRABAJO	39
5.3.1	Criterios para la selección de piezas en estudio	39

<b>5.3.2 Piezas en estudio</b>	<b>40</b>
<b>5.3.2.1 Pieza IJ1 407 613 J</b>	<b>40</b>
<b>5.3.2.2 Pieza 111 115 234 B</b>	<b>41</b>
<b>5.3.2.3 Pieza 1J0 407 255 G</b>	<b>41</b>
<b>5.3.2.4 Pieza 1J0 457 254 G</b>	<b>42</b>
<b>5.3.2.5 Pieza 1J0 312 101 C</b>	<b>42</b>
<b>5.3.2.6 Pieza 1J0 354 101 C</b>	<b>43</b>
<b>5.3.2.7 Pieza 1J0 352 112 A</b>	<b>43</b>
<b>5.3.2.8 Pieza 1J0 234 101 G</b>	<b>43</b>
<b>5.3.2.9 Pieza 1J0 111 233 K</b>	<b>43</b>
<b>5.3.2.10 Pieza 1J0 111 233 K</b>	<b>44</b>
<b>5.3.2.11 Pieza 1J0 113 129 B</b>	<b>44</b>
<b>5.3.2.12 Pieza 1J0 124 567 B</b>	<b>45</b>
<b>5.3.2.13 Pieza 1J0 124 567 D</b>	<b>45</b>
<b>5.3.2.14 Pieza 1J0 123 455 G</b>	<b>45</b>
<b>5.3.2.15 Pieza 1J0 122 455 H</b>	<b>45</b>
<b>5.3.2.16 Pieza 1J0 122 433 S</b>	<b>46</b>
<b>5.3.2.17 Pieza 1J0 244 656 D</b>	<b>46</b>
<b>5.3.2.18 Pieza 1J0 233 566 J</b>	<b>46</b>
<b>5.3.2.19 Pieza 1J0 234 544 F</b>	<b>47</b>
<b>5.3.2.20 Pieza 1J0 234 544 A</b>	<b>47</b>
<b>5.4 DIVIDIR EL TRABAJO DE ELABORACIÓN DE LAS PIEZAS EN ELEMENTOS</b>	<b>48</b>

<b>5.5 IDENTIFICACIÓN DE DESPERDICIOS EN EL PROCESO</b>	<b>49</b>
5.5.1 Transportes innecesarios	50
5.5.2 Esperas	52
5.5.3 Procesos innecesarios	52
5.5.4 Exceso de movimientos	54
5.5.5 Operaciones riesgosas	54
5.5.6 Resumen de desperdicios encontrados	56
<b>6. MEJORAS IMPLEMENTADAS</b>	<b>58</b>
6.1 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	58
6.1.1 Resumen de acciones contempladas en la distribución en planta	62
6.2 MEJORAS EN LOS PUESTOS E IMPLEMENTACIÓN DE TRABAJO	63
6.3 IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5S	67
6.4 SEGURIDAD OCUPACIONAL	71
6.4.1 Normas de seguridad para el operario	71
<b>7. ESTUDIO DE TIEMPOS</b>	<b>73</b>
<b>8. PRESENTACIÓN DE DATOS DE ESTÁNDARES</b>	<b>80</b>
8.1 DISEÑO DEL PROCESO DE MANUFACTURA	81
8.1.1 Diagrama de flujo de proceso	81
8.1.2 Hoja de operaciones	82
8.1.3 Hoja de fabricación	82
8.2 INSTRUCTIVOS Y PROCEDIMIENTOS	84



<b>8.2.1 Instructivos de operación de la maquinaria</b>	<b>85</b>
<b>8.2.2 Procedimientos de operación</b>	<b>85</b>
<b>8.3 IMPLEMENTACION DE ESTÁNDARES</b>	<b>85</b>
<b>9. PRODUCTIVIDAD</b>	<b>87</b>
<b>9.1 INDICE PARA MEDIR LA EFICIENCIA</b>	<b>89</b>
<b>10. CONCLUSIONES</b>	<b>90</b>
<b>11. RECOMENDACIONES</b>	<b>92</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>94</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>95</b>

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Numero recomendado de ciclos a observar	30

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Juego de manejo entrada y salida para maquina llenadora KHS	21
Figura 2. Estrategias de las 5s	33
Figura 3. Hoja de proceso ITC	36
Figura 4. Pieza 1 IJ1 407 613 J	41
Figura 5. Pieza 111 115 234 B	42
Figura 6. Pieza 1J0 457 254 G	43
Figura 7. Pieza 1J0 113 129 B	45
Figura 8. Pieza 1J0 233 566 J	47
Figura 9. Pieza 1J0 234 544 F	48
Figura 10. Identificación de desperdicios en el proceso	50
Figura 11. Hacer barras de listones cuadrados	54
Figura 12. Técnica peligrosa para el mecanizado de piezas hexagonales	56
Figura 13. Operación peligrosa de roscado	56
Figura 14. Porcentajes de desperdicios en el proceso productivo de ITC	57
Figura 15. Distribución inicial de la planta y secuencia de recorrido actual	60
Figura 16. Distribución de la planta y secuencia de recorrido propuesta	62
Figura 17. Fase de clasificación del principio de las 5s	68
Figura 18. Fase de organización del principio de las 5s	69
Figura 19. Identificación y organización en el torno CNC	69
Figura 20. Fase de limpieza del principio de las 5s	70
Figura 21. Hoja de observaciones ITC	75

## LISTA DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
Cuadro 1 Suplementos de la OIT en porcentaje de tiempo normal	32
Cuadro 2. Simbología de actividades del diagrama de flujo de proceso	37
Cuadro 3. Personal de planta	39
Cuadro 4. Ocurrencias por tipo de desperdicio	57
Cuadro 5. Elementos indispensables para el personal de taller	64
Cuadro 6. Elementos indispensables en las estaciones de trabajo	65
Cuadro 7. Implementos de seguridad por tipo de cargo	67
Cuadro 8. Programa para estandarizar el principio de 5s en ITC	71
Cuadro 9. Hoja de observaciones para ciclo de taladrado en fresadora	75
Cuadro 10. Calculo de tiempo normal con calificación del operario	76
Cuadro 11. Numero de observaciones tomadas para cada pieza	77
Cuadro 12. Resumen de tiempos estándar de las piezas	80
Cuadro 13. Progreso hasta la fecha del proceso de estandarización	84
Cuadro 14. Indicadores de gestión departamento de producción	87
Cuadro 15. Significado de los indicadores de productividad	88

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo A. Cronometro utilizado en el estudio de tiempos	96
Anexo B Plano de la pieza 1J0 312 101 C	97
Anexo C. Hoja de observaciones y resultados de estudio de tiempos Tulipa KHS	98
Anexo D. Hoja principal para la pieza 1J0312101C	100
Anexo E. Diagrama de flujo de proceso para la pieza 1J0312 01C (actual)	101
Anexo F. Diagrama de flujo de proceso para la pieza 1J0312101C (mejorado)	103
Anexo G. Hoja de operaciones la pieza 1J0 312 101 C	105
Anexo H. Hoja de fabricación de la pieza 1J0 312 101 C	106
Anexo I. Procedimiento para operaciones de torneado	108
Anexo J. Instructivo de operación para centro de mecanizado	113
Anexo K. (Propuesta de mejora) Distribución de materia prima en laminas	116

## GLOSARIO

**AVANCE:** es la velocidad que tiene la herramienta de corte al penetrar en la pieza que se mecaniza.

**BANCADA:** soporta las piezas de la maquina, en algunas maquinas sirve para el deslizamiento de las herramientas y en otras para la fijación de las piezas que se van a trabajar.

**CNC:** control numérico por computador.

**MORDAZA:** en el torno permite sujetar las piezas en la copa.

**ESTUDIO DE TIEMPOS:** también se le llama medición del trabajo y es una técnica para determinar con exactitud el tiempo para llevar a cabo una tarea

**ESCARADOR:** herramienta rotativa de varios filos, que se llaman dientes, labios o plaquitas de metal duro, usada en fresadoras o cortadoras para el mecanizado de piezas.

**ESTUDIO DE MOVIMIENTOS:** también es llamado estudio de métodos o estudio del trabajo y consiste en la simplificación y mejora de trabajo a través de las herramientas que proporciona la ingeniería de métodos.

**FRESA:** herramienta circular de corte múltiple, usada en maquinas fresadoras para el mecanizado de piezas.

**FRESADO:** corte de material que se mecaniza con una herramienta rotativa en casi cualquier dirección de los tres ejes posibles en los que se puede desplazar la mesa donde va fijada la pieza que se mecaniza.

**HELICE:** es una fresa en forma de T que se usa en operaciones de ranurado.

**INDICADOR:** es un dato o conjunto de datos que ayudan a medir objetivamente la evolución de un proceso o de una actividad.

**MACHUELO:** es una herramienta circular que se usa en operaciones de roscado.

**MONTAJE:** es una pieza específicamente diseñada para facilitar y mejorar la sujeción en la maquina herramienta, de una pieza que se quiere mecanizar.

**PATRONAJE:** son todos los pasos y acciones que tiene que hacer un operario para centrar y fijar una pieza en la maquina herramienta. También es denominado alistamiento.

**PLANEADO:** operación de fresado que tiene como objetivo conseguir superficies planas en la pieza.

**PUNTO:** dispositivo cónico de sujeción usado para fijar piezas largas en el torno.

**REBABA:** porción de material sobrante que forma resalto en los bordes o en la superficie de la pieza.

**REBABAR:** remoción de la rebaba.

**RETALES:** son partes de láminas de materia prima con múltiple forma que quedan como sobrante del corte de piezas en las láminas enteras.

**CORTADO:** operación de mecanizado que copia la forma de una figura patrón o plantilla en el material que se quiere mecanizar.

**CORTADORA:** maquina herramienta que realiza operaciones de mecanizado y su empleo hace posible la obtención de formas y trabajos complejos con un alto grado de precisión debido a su alta velocidad de corte.

**TARRAJA:** dispositivo de trabajo manual que sirve para sujetar el machuelo.

**TORNO:** maquina herramienta que permite mecanizar piezas de forma geométrica por revolución.

**VELOCIDAD DE CORTE:** es la velocidad lineal de la periferia de una herramienta acoplada a una maquina herramienta o la velocidad lineal del diámetro mayor que este en contacto con la herramienta de la pieza que se este mecanizando en un torno o fresadora.

## RESUMEN

Este trabajo se basa en la implementación de un estudio tiempos y movimientos para estandarizar los procesos de fábrica en la empresa ITC ingeniería de plásticos industriales que se dedica a la elaboración de repuestos en plásticos de ingeniería, utilizando procedimientos de mecanizado por arranque de viruta. Este estudio del trabajo esta encaminado a conocer, medir y documentar los procesos de fabricación que desarrolla la empresa mediante el desglose de las operaciones inherentes al proceso de fabricación de cada pieza específica. Estas piezas son los productos con mayor demanda, costo beneficio y son representativas para el porcentaje más grande de ganancias que obtiene la compañía.

Con la debida recolección y documentación de los datos concernientes a los elementos de trabajo, se efectúa un análisis de movimientos encaminado al mejoramiento del método de trabajo. El objetivo del análisis de movimientos es eliminar aquellas operaciones innecesarias y ordenar los movimientos útiles, obteniendo así una mayor eficiencia.

Este método de trabajo mejorado proporciona procesos de fabricación idóneos para ser medidos porque ya no están sujetos a tantos factores de desperdicio, abriendo las puertas para efectuar la estandarización de procesos de fábrica y la elaboración de los indicadores de productividad que necesita la empresa.

Los estándares en procesos de fábrica y los indicadores de productividad son una herramienta fundamental para la empresa porque posibilitan el seguimiento, la medición y el constante monitoreo a los procesos de fábrica que son base fundamental de la misma. Por este motivo se implementaron estándares en los procesos de fabricación de la empresa, tales como diagramas de flujo de proceso, hojas de operaciones, hojas de fabricación, instructivos y procedimientos. Estos formatos contienen toda la información detallada y secuencial para elaboración de piezas por mecanizado, proporcionando medición y seguimiento a los procesos productivos, además de ser necesarios para una eventual certificación de la empresa.

Los estándares en los procesos de fabricación viabilizan la creación de indicadores de productividad sujetos al proceso de producción por cada pieza específica y al tiempo que toma fabricar la cantidad solicitada por el cliente. Para proveer a la empresa un punto de comparación con la productividad observada directamente en la planta



## INTRODUCCIÓN

La estandarización de procesos de fábrica se ha convertido en una herramienta a alcanzar por muchas empresas Colombianas. Entre múltiples motivos, las exigencias que impone un mercado globalizado nos ha hecho cambiar la visión del mundo sobre todo en países en camino de desarrollo como lo es Colombia. La estandarización de procesos de fabrica consiste en registrar y utilizar metódicamente los mejores pasos para un optimo desarrollo de los procesos y actividades generando un cambio y mejora.

Antes de poder estandarizar es imperativo conocer y mejorar el proceso productivo que se desarrolla en la empresa, para esta labor existen diagramas de flujo de proceso, los cuales son muy útiles para el desglose de las actividades de cualquier tipo de proceso. Esta técnica facilita la visión del proceso al poner bajo control las variaciones y desperdicios a los cuales se encuentran sujetos los procesos de fábrica. Este estudio del método de trabajo es necesario para el establecimiento de tiempos de trabajo, determinar las fases del trabajo para planificar producción y estandarizar los procesos de fábrica en la empresa.

Esta estandarización de procesos es fundamental para una buena planificación de la producción donde se disponga de la información completa para la elaboración de una pieza desde el momento de la planeación para asegurar que los medios de producción disponibles sean utilizados siguiendo métodos óptimos. También fomentar una correcta comunicación, resguardar el conocimiento técnico y asegurar la calidad de sus productos.

Esto nos llevará a responder preguntas hoy inciertas en la fabrica tales como son: ¿qué es lo que se va a hacer?, ¿quién ha de hacerlo?, ¿cómo?, ¿dónde? y cuando se va a cumplir con el pedido. Teniendo una total certidumbre de cuando se despachara cada pieza en el mismo momento en que se hace el pedido por parte del cliente. Lo que se vera con la optima utilización de los recursos disponibles en la planta.

Esta implementación influirá de manera directa en los clientes quienes son el pilar principal de toda empresa, toda vez que estos esperan que los tiempos de entrega se cumplan en el plazo establecido, con calidad y las especificaciones técnicas correctas.

## **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La empresa presenta un problema fundamental en la forma de ejercer todo el proceso productivo en general debido a que no se tienen estándares en ninguna parte del proceso de producción. Estos estándares se refieren a una falta de documentación e información para controlar el proceso productivo.

No se tienen indicadores de producción y los operarios están trabajando con un tiempo de fabricación por pieza estimado por ellos mismos, además de operaciones de trabajo no estándar, lo que nos representa riesgo y grandes esfuerzos a la hora de producir grandes volúmenes.

No hay métodos de medición y seguimiento de los procesos productivos, así que no se tienen indicadores, lo que dificulta la toma de decisiones basada en datos.

¿La empresa esta preparada para responder con las exigencias de entrega, costo, capacidad y calidad que imponen sus clientes de talla mundial y un mercado globalizado?

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Estandarizar y diseñar los procesos de fábrica e indicadores de proceso en la empresa ITC S.A. Ingeniería de plásticos, con el fin de documentar y controlar los trabajos secuenciales, tiempos de proceso, los materiales y herramientas a usar en los mismos

### **2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

**2.2.1** Aplicar un estudio de tiempos y movimientos al método actual de trabajo de la empresa, teniendo en cuenta la secuencia en los procesos de operación, tiempos de proceso, transporte, inspección, demoras y almacenamiento.

**2.2.2** Identificar los desperdicios que se están produciendo con el método actual de trabajo, es decir todo paso que no agrega valor al producto.

**2.2.3** Establecer un método mejorado de trabajo que incremente la productividad, eliminando los desperdicios y proveyendo asesoramiento sobre como dividir las actividades, como agrupar las tareas, como disponer procedimientos y como llevar trabajos manuales con la mayor economía de esfuerzo y con el máximo de eficacia en los resultados.

**2.2.4** Diseñar los estándares para los procesos en la fábrica y los indicadores de proceso, documentando la secuencia de trabajos, tiempos, materiales, herramientas y condiciones de seguridad.

### **3. LA EMPRESA**

#### **3.1 GENERALIDADES**

ITC ingeniería de plásticos industriales es una de las empresas nacionales mas importantes, dedicada a la producción y comercialización de repuestos en plásticos de ingeniería para maquinas embotelladoras.

Debido al espíritu de expansión y mejoramiento de la empresa se desea alcanzar altos estándares de calidad en sus productos y certificación. Por esta razón la estandarización de procesos es una meta a alcanzar para la empresa para ello se quiere implementar un estudio de tiempos y movimientos. El cual debe permitir la producción de piezas con altos estándares de calidad, mas eficientemente y por ende un mejor servicio al cliente.

Hoy en día ITC es una empresa que exporta sus productos a muchos países, abasteciendo de sus productos a clientes muy importantes como son: Cervecería Bavaria, Cervecería Unión, Compañía Panameña de licores, Cervecería Baru y Coca Cola entre otros.

Dentro de los productos más reconocidos que fabrica la empresa están los juegos de manejo. Estos están compuestos por una serie de partes que permiten guiar y controlar el movimiento de las botellas a través de las líneas de producción. Estos juegos de manejo se hacen a medida y se producen con las especificaciones del cliente de acuerdo a las dimensiones de la botella que se requiera manipular.

En la Figura 1 se muestran los juegos de manejo de entrada y salida para una maquina llenadora marca KHS. La maquina llenadora es la encargada introducir el liquido en las botellas vacías que vienen de la maquina lavadora. Como se puede observar en la figura estas piezas son las que proporcionan una guía a las botellas que van pasando por la maquina. Un juego de manejo esta compuesto por un conjunto de piezas con unas especificaciones muy exactas. Estas piezas cambian de acuerdo a especificaciones del cliente pero el proceso de elaboración de cada una de ellas siempre es el mismo.

**Figura 1. Juego de manejo entrada y salida para máquina llenadora KHS**



**Fuente:** Catalogo ITC Ingeniería de plásticos industriales S.A.

La empresa ITC se trabaja seis días a la semana y uno se descansa, cada día esta compuesto por dos turnos separados de 8 horas en donde los operarios se turnan de acuerdo a la programación que se les asigne. Disponiendo de 720 minutos al día en 312 días laborales al año.

En la planta también se producen piezas específicas durante los dos turnos, de las cuales una parte se envía para exportación y la otra es para el abastecer el mercado nacional.

La planta esta dividida en dos talleres, uno de mecanizado y otro de materia prima. Como su nombre lo indica el taller de mecanizado es donde se le efectúan todas las operaciones de transformación a las piezas que se producen y el taller de materia prima es donde se almacena y se despacha la materia prima para la elaboración de las piezas.

En el taller de mecanizado se cuenta con doce trabajadores de los cuales siete trabajan como operarios de maquina y tres como ayudantes de taller. En el taller de materia prima trabajan dos ayudantes de taller más un jefe de inventarios. La planta cuenta con tornos paralelos y tornos de control numérico, fresadoras verticales, sierras, cepilladoras y centros de mecanizado. También se cuenta con amoladoras, caladoras y cortadoras que se usan para operaciones de terminación y pulido.

### 3.2 ANTECEDENTES

La empresa fue fundada el 5 de febrero de 1996 por iniciativa del Sr. Luís Eduardo Carbonell, quien contaba con amplia experiencia en el mercado de plásticos y en la industria privada como gerente comercial, su visión le llevo a unirse a un socio y conformaron una sociedad limitada.

La empresa empieza a abastecer el mercado Nacional y se consolida comercialmente incursionando con éxito el mercado Centroamericano en el año 2000. Afianzándose como un proveedor de primera línea de las más reconocidas empresas embotelladoras de cerveza y bebidas gaseosas en dicha región.

En el 2003 también se obtiene la representación exclusiva para Colombia de empaquetaduras Carrara de Italia. En el año 2007 se pone en marcha un nuevo servicio: la realización de proyectos de diseño y desarrollo de máquinas, teniendo como sede la ciudad de Bogotá donde la empresa posee una planta. Todo como resultado de una visión de consolidación administrativa y crecimiento con inversión tecnológica

Como consecuencia de la implementación del sistema de gestión de calidad la empresa ITC ingeniería de plásticos industriales definió su misión, visión y política en los siguientes términos.

**3.2.1 Misión.** Producir y comercializar repuestos en plásticos de ingeniería, aceros y productos industriales certificados desarrollando valor agregado para nuestros clientes, bienestar a nuestros colaboradores, utilidad para los accionistas, basados en una excelente asesoría técnica, calidad y cumplimiento.

**3.2.2 Visión.** Ser líderes en 2012 de la fabricación, desarrollo y comercialización de repuestos y productos, que generen soluciones integrales de ingeniería con altos estándares de calidad para la industria nacional e internacional, mediante la consolidación tecnológica y asistencia técnica especializada.

**3.2.3 Política.** Es política de ITC S.A., mantener su liderazgo a nivel nacional e internacional en el sector industrial, ofreciendo productos que suplan a satisfacción los requerimientos técnicos del cliente.

Para ello:

- Debemos fortalecer nuestro servicio al cliente.
- Consolidar la capacitación y motivación del personal.
- Implementar el sistema de gestión de calidad.
- Desarrollar tecnológicamente nuestros procesos productivos y administrativos.

### **3.3 JUSTIFICACIÓN**

Este proyecto traerá beneficios significativos a la empresa ITC S.A. en el ámbito del control de procesos, documentando estos y poniendo al alcance de todos simples y estandarizadas herramientas de métodos de trabajo, permitiendo a los responsables de estos procesos mantenerlos bajo control y cumpliendo objetivos constantemente. Igualmente es información clave dentro del proceso de certificación del sistema de gestión de calidad, así como para evidenciar el cumplimiento de las exigencias de calidad, costo, entrega y calidad a sus clientes de talla mundial.

En el ámbito de seguridad se descartan las condiciones de trabajo inseguras al estandarizar la sucesión de operaciones y al retirar elementos no necesarios de las estaciones de trabajo.

Se elimina en un gran porcentaje los procesos innecesarios que son muy costosos al quitar los pasos que no agregan valor al producto y que el cliente no está dispuesto a pagar

De acuerdo a las nuevas tendencias las actividades de trabajo estandarizado son ayudadas a desarrollar por los mismos operarios de la planta, lo que infunde más organización en el trabajo y les inculca la mejora continua como filosofía.

Con el diseño de planta se disminuyen los tiempos de acceso a maquinas y con las mejoras en los puestos de trabajo a herramientas y elementos de trabajo, además de mejorar visualmente el área maximizando el espacio útil.

Los tiempos estándar permiten monitoreo, medición y evaluación del desempeño de la producción.

Los estándares son una forma de darles mayor participación a los operarios en las reformas que implementa la empresa, creando sensibilidad, respeto y ahorro de los recursos de la empresa.

Origina competencia sana entre los operarios para poder lograr una meta de excelentísimo orden y un reconocimiento por su esfuerzo.



## **4. MARCO TEÓRICO**

El marco teórico abordado para la elaboración de este proyecto es acorde con el perfil metalmecánico de la empresa y constructivo para el logro de los objetivos del proyecto. La información abordada es la siguiente:

### **4.1 PROCESOS DE TRABAJO Y PROCESOS DE MECANIZADO POR ARRANQUE DE VIRUTA**

Los procesos de trabajo son los pasos que el operario tiene que efectuar en la fabricación de una pieza determinada. Estos pasos se pueden ilustrar en las hojas de diagrama de flujo de proceso donde se expone el proceso productivo en forma explícita y continuada, explicando cada actividad y mostrando los elementos que intervienen como son las maquinas, herramientas o montajes de la forma como deben utilizarse facilitando al operario la ejecución de su trabajo.

Si se desea conseguir el mejor proceso de manufactura de una pieza se debe realizar un estudio del trabajo para establecer el mejor método para mecanizar una pieza y eliminar pasos que no agreguen valor en el proceso productivo. Depurando las operaciones mecánicas de fabricación, así como determinando las herramientas más adecuadas y como deben alistarse en los procedimientos de trabajo. También se deben estandarizar los tiempos de trabajo para que el operario tenga conciencia de la productividad.

También es importante en los procesos de trabajo determinar la duración de cada operación a realizar. Para esta labor es aconsejable utilizar herramientas de medición del trabajo como el estudio de tiempos, ya que el tiempo de cada operación esta sujeto a diversos factores que no serian tan evidentes utilizando cualquier otro método.

**4.1.1 Procesos de mecanizado por arranque de viruta.** Este es un proceso donde el material es removido por medio de una herramienta de corte dependiendo de la maquina herramienta y el tipo de operación que se desee efectuar. También existe un proceso de mecanizado por abrasión que desgasta la pieza eliminando poco material que se realiza con muelas abrasivas montadas en diferentes tipos de maquinas.

En el mecanizado por arranque de viruta existen dos movimientos principales, la velocidad de corte, por la cual la herramienta de corte remueve el material y el avance por el cual la herramienta de corte encuentra más material para cortar. Estos movimientos se diferencian dependiendo de si es torno o una fresa, debido a que en el torno la velocidad de corte esta dada por la velocidad de la periferia de la pieza en rotación, mientras que en la fresa la velocidad esta dada por el giro de la herramienta de corte.

**4.1.1.1 Mecanizado manual.** Este proceso es realizado por un operario con herramientas manuales utilizando la destreza y la fuerza física. En los mecanizados manuales se trabaja con limas, lijas, sierras, cinceles, machuelos y rebabadores.

**4.1.1.2 Mecanizado con maquinas herramientas.** En este proceso el esfuerzo de mecanizado es efectuado por maquinas con diferentes niveles de automatización. Existen diferentes tipos de maquinas con diferentes funciones.

Los tornos paralelos son las maquinas herramientas mas utilizadas debido a su gran versatilidad. Consiste en una bancada horizontal que soporta el cabezal fijo, el cabezal móvil y el carro que es donde se sitúa la herramienta de corte. El torno paralelo ofrece muchos tipos de operaciones cuando se trata de piezas cilíndricas, entre las operaciones mas comunes del torno paralelo están las de cilindrado, refrentado, ranurado, roscado, torneado cónico, tronzado y taladrado.

Las fresadoras verticales también son una de las maquinas herramientas mas usadas en la industria metalmecánica porque en ella pueden ejecutarse una amplia gama de operaciones de mecanizado en ejes horizontales, verticales e inclinados. Las operaciones mas comunes efectuadas en las fresadoras verticales son las de planeado, corte, ranurado, roscado y taladrado.

También existen otras maquinas herramientas como taladros, cortadoras, cepilladoras y sierras.

## 4.2 ANALISIS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

El análisis de tiempos y movimientos es una herramienta que se utiliza para conocer, mejorar y posteriormente medir el trabajo de un proceso. Para poder efectuar este estudio es indispensable en buen registro y análisis del método de trabajo.

Existen varias técnicas de registro para el análisis del método de trabajo como diagramas de proceso de operación, diagramas de flujo de proceso, diagramas de flujo generales, diagramas de flujo hombre-maquina y diagramas de proceso de grupo. Para asegurar un buen registro de todos los elementos que componen una operación es conveniente utilizar una de estas técnicas mencionadas en combinación con los principios de división del trabajo en elementos descritos por Taylor.

A continuación se presentan los principios de división del trabajo en elementos según Taylor.

1. Es mejor que haya demasiados elementos que muy pocos.
2. Los elementos deben ser cronometrados de manera secuencial hasta tener el tiempo total de fabricación de la pieza. Para poder obtener estimados del tiempo de ciclo para el posterior estudio de tiempos.
3. Hay que separar los elementos constantes de los variables.
4. Separar elementos controlados por maquina de elementos controlados por operador.
5. Los puntos de inicio y final deben ser claros y fácilmente reconocibles.
6. La descripción del elemento describe el trabajo completo y se marca el punto de terminación claramente.
7. Los elementos extraños deben listarse en el momento en que ocurren. <sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>BARNES, Ralph M, Estudio de tiempos y movimientos, Editorial Española, Madrid 1972, p 363.

**4.2.1 Análisis del método.** Con el debido registro de la información acerca del método de trabajo, un analista debe estudiar todos los elementos para definir cuales son productivos e improductivos.

Para poder eliminar los elementos improductivos e incrementar la productividad es recomendable tener en cuenta los nueve enfoques de Niebel para mejores resultados y atacar los problemas de manera efectiva.

1. Propósito de la operación. Eliminar o combinar operaciones una operación antes de intentar mejorarla.
2. Diseño de partes. Simplificar el diseño facilitando la fabricación.
3. Tolerancias y especificaciones. Definir tolerancias exactas y acordes de acuerdo a las especificaciones del producto y el uso que hace el cliente de el.
4. Material. Utilización de materiales menos costosos
5. Secuencia y procesos de manufactura. Mejoramiento de la secuencia del proceso productivo.
6. Preparaciones y herramienta. Mejorar los métodos de preparación para las operaciones y herramientas que se usan en ellas.
7. Manejo de materiales. El manejo de materiales incluye tiempo, lugar, cantidad y espacio.
8. Distribución de planta. Desarrollar un sistema de producción que permita la manufactura del número deseado de piezas, con la calidad deseada, al menor costo.
9. Diseño del trabajo. Mejorar condiciones laborales para los operarios de la empresa.<sup>2</sup>

Estos nueve principios de análisis representan un enfoque sistemático al estudio de los hechos presentados en los diagramas de flujo de proceso. Según Niebel sin importar el tipo o naturaleza del trabajo, ya sea continuo o intermitente, por proceso o por pedido, con bienes suaves o duros, si se aplica correctamente el análisis se obtienen ahorros reales. Los resultados primordiales que se obtienen son una mayor producción y mejor calidad, pero también se obtienen beneficios para todos los trabajadores como ayuda para desarrollar mejores métodos y condiciones de trabajo. El resultado general es que el trabajador logra más y mejor trabajo en planta, y además disfruta su vida laboral.

---

<sup>2</sup> NIEBEL, FREIDVALS, Ingeniería industrial, Métodos, Estándares y Diseño del trabajo, México D.F., Alfaomega, 2001, p 59 – 98.

**4.2.2 Estudio de tiempos.** Es una herramienta para la medición del trabajo, se utiliza para encontrar los tiempos estándar permitidos para realizar una tarea dada. Esta técnica se basa en la medición del contenido del trabajo con un método preescrito, con los debidos suplementos por fatiga y por retrasos personales e inevitables. El estudio de tiempos es clave para una correcta estandarización de procesos debido a que se ajusta muy bien al tiempo real que toma realizar un trabajo.

**4.2.2.1 Equipo utilizado en los estudios de tiempos.** Para llevar acabo un estudio de tiempos se utilizan implementos indispensables para poder medir y documentar los datos recolectados. Según Barnes estos implementos son:

- **Cronometro:** Se emplea para la medición de los tiempos de las operaciones normalizadas en la fabricación de una pieza. Los cronómetros digitales de hoy día facilitan mucho la toma de tiempos.
- **Hoja de proceso:** Evidencia pasó a paso el proceso de fabricación de la pieza. Documentando tipos de elementos, descripción del elemento, herramientas, dispositivos de sujeción, maquinas, velocidades de corte, avance y revoluciones por minuto.
- **Hoja de observaciones:** Documenta el muestreo de la toma de tiempos de cada una de los elementos que se establecieron en el método mejorado de trabajo. Estos datos pueden tomarse en segundos o en minutos según el criterio del analista.<sup>3</sup>

**4.2.2.2 Selección del trabajador en estudio.** El trabajador al cual se le va a efectuar el estudio de tiempos debe ser aquel que tiene las aptitudes físicas necesarias, que posee la inteligencia e instrucción y que ha adquirido tanto destreza como los conocimientos necesarios para efectuar el trabajo según las normas satisfactorias de seguridad, cantidad, calidad y que halla adquirido un método de trabajo regulado.

---

<sup>3</sup> BARNES, Op. cit, p 354.

**4.2.2.3 Métodos para el registro de tiempos.** Se pueden usar dos técnicas para registrar los tiempos elementales durante el estudio. El método continuo de tiempos, como su nombre lo indica, permite que el cronometro trabaje durante todo el estudio. En este método, el analista lee el reloj en el punto terminal de cada elemento y el tiempo sigue corriendo. La otra técnica es la de regresos a cero, después de leer el cronometro en el punto terminal de cada elemento, el tiempo se reestablece en cero; cuando se realiza el siguiente elemento el tiempo se empieza desde cero. Con los nuevos cronómetros digitales se ha facilitado el uso de la técnica de regresos a cero.

**4.2.2.4 Ciclos de estudio.** Los ciclos a estudiar para llegar a un estándar justo es un tema que ha causado polémica entre los analistas de estudio de tiempos, al igual que entre los representantes del gremio sindicalista. Como dijo Benjamín Niebel “La actividad de una tarea y su tiempo de ciclo influyen en el número de ciclos que se puede estudiar, desde el punto de vista económico, el analista no puede estar de una manera absoluta por la práctica estadística que demanda cierto tamaño de muestra basado en la dispersión de las lecturas individuales del elemento”<sup>4</sup>. Por esto la General Electric Company estableció los valores en una tabla como una guía aproximada de ciclos a observar para que pueda ser tomada por diferentes empresas y la cual es muy practica.

**Tabla1. Numero recomendado de ciclos a observar**

Tiempo de ciclo en min.	Numero recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o mas	3

**Fuente.** Información tomada de Time Study Manual de los Eric Works en General Electric Company, desarrollado bajo la guía de Albert Shaw, gerente de administración de salario

<sup>4</sup> NIEVEL, Op. cit, p 86 -90.

**4.2.2.5 Desempeño del operario.** Como el tiempo real requerido para ejecutar cada elemento del estudio depende de la habilidad y esfuerzo del operario, es necesario ajustar hacia arriba el tiempo normal del operario bueno y hacia abajo el del menos capacitado. Por lo tanto se debe dar una calificación justa e imparcial del desempeño en el estudio. En un ciclo corto con trabajo repetitivo es común aplicar una calificación igual al estudio completo. Por el contrario, cuando los ciclos son largos y contienen variedad de elementos, es práctico evaluar desempeño para cada uno de estos elementos.

Según la teoría básica de estudio de tiempos y movimientos que presenta Barnes en su libro, el tiempo normal y el tiempo estándar se calculan de la siguiente manera.

El principio básico para calcular el desempeño del operario es ajustar el tiempo medio observado (TO) para cada elemento ejecutado durante el estudio del tiempo normal (TN) que requerirá el operario normal para realizar su mismo trabajo. El tiempo normal se calcula con la siguiente formula.

$$TN = TO \times C/100$$

El tiempo requerido por un operario promedio, calificado y capacitado, trabajando a paso normal y realizando un esfuerzo promedio para ejecutar la operación se llama tiempo estándar (TS) de esa operación. Ningún operario de maquina puede sostener un paso promedio todos los minutos del día de trabajo por lo tanto el tiempo estándar se ajusta con algo llamado suplementos que aproximan este tiempo a la realidad. Por lo común, los suplementos se dan en porcentaje o fracción del tiempo normal y se usa como un multiplicador igual a 1 + suplemento.

El tiempo estándar se calcula con la siguiente formula:

$$TS = TN + TN \times \text{suplemento} = TN \times (1 + \text{suplemento})^5$$

Los tiempos estándar para cada elemento se suman para obtener el tiempo estándar del trabajo completo, estos tiempos se pueden estandarizar en la planta para la fabricación de las piezas.

---

<sup>5</sup> BARNES, Ralph M, Estudio de tiempos y movimientos, Editorial Española, Madrid, 1972, p 406.

**4.2.2.6 Suplementos.** Ningún operario de máquina puede sostener un paso promedio todos los minutos del día de trabajo. Estas variaciones normales del ritmo de trabajo del operario son llamadas suplementos. Los suplementos más comunes ya están calificados por la organización internacional del trabajo y pueden ser utilizados por todas las empresas del mundo. En tabla siguiente se muestran estos suplementos.

**Cuadro1. Suplementos de la OIT en porcentaje de tiempo normal**

<b>SUPLEMENTOS DE LA OIT EN % DEL TN</b>					
<b>Suplementos Constantes</b>	H	M	<b>Suplementos Variables</b>	H	M
Por necesidades Personales	5	7	Mala Iluminación		
Por Fatiga	4	4	Ligeramente por Debajo	0.0	0.0
<b>Suplementos Variables</b>			Bastante por Debajo	2.0	2.0
Por Trabajar de Pie	2	4	Absolutamente insuficiente	5.0	5.0
Por Postura Anormal			Concentración Intensa		
Ligeramente incomodo	0	1	Trabajo de Cierta Presión	0.0	0.0
Inclinado	2	3	Fatigoso	2.0	2.0
Echado Estirado	7	7	Muy Fatigoso	5.0	5.0
<b>Uso de Energía o Fuerza Muscular Kg.</b>			<b>Ruidos</b>		
2.50	0	1	Continuo	0.0	0.0
5.00	1	2	Intermitente y fuerte	2.0	2.0
7.50	2	3	Intermitente y muy fuerte	2.0	2.0
10.00	3	5	Estridente y Fuerte	5.0	5.0
12.50	4	6	<b>Suplementos Variables</b>		
15.00	5	8	Tensión Mental		
17.50	7	10	Proceso Bastante Complejo	1.0	1.0
20.00	9	13	Proceso Complejo	4.0	4.0
22.50	11	16	Muy Complejo	8.0	8.0
25.00	13	20	Monotonía		
30.00	17		Algo Monótono	0.0	0.0
35.50	22		Bastante Monótono	1.0	1.0
<b>Condiciones Atmosféricas Mili calorías/cm²/s</b>			Muy Monótono	4.0	4.0
16.00	0	0	<b>Tedio</b>		
14.00	0	0	Algo Aburrido	0.0	0.0
12.00	0	0	Aburrido	2.0	1.0
10.00	0.3	0.3	Muy Aburrido	5.0	2.0
8.00	1	1			
6.00	2.1	2.1			
5.00	3.1	3.1			
4.00	4.5	4.5			
3.00	6.4	6.4			
2.00	10	10			

Fuente: Ingeniería de métodos [en línea]. Huacho Perú. Universidad nacional José Faustino Sánchez Carrión. 2004. [consultado el 26 de octubre de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.scribd.com/doc/274023/Ingenieria-de-metodo>



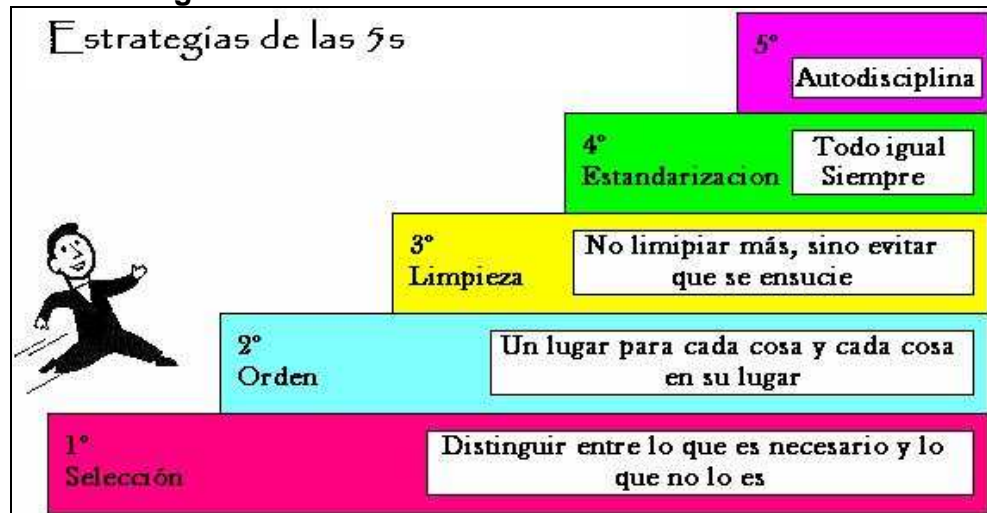
### 4.3 ORGANIZACIÓN Y MEJORA EN LOS PUESTOS DE TRABAJO

**4.3.1 Distribución en planta.** La distribución en planta consiste en la elaboración de un sistema de producción eficiente por medio de la correcta ubicación de instalaciones, maquinaria y equipos.

Existen varios tipos de distribución en planta y la mejor opción esta dada por un conjunto de condiciones de acuerdo al tipo de empresa. El tipo mas utilizado de distribución es la de material que como lo dice su nombre es donde el material se mueve de un lugar a otro y de una operación a la siguiente.

**4.3.2 El método de las 5s.** Esta es una técnica japonesa que busca mejorar productividad y las condiciones de trabajo. Las 5s tiene cinco pasos: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitzuke. Seiri consiste en la clasificación y separación de los elementos innecesarios que se encuentren en el área de trabajo. Seiton es el ordenamiento y la buena colocación de los elementos necesarios del sitio de trabajo. Seiso es la limpieza y la eliminación de la suciedad en el sitio de trabajo. Seiketzu es la estandarización de buenas prácticas para mantener en buen estado los sitios de trabajo. Y Shitzuke es la implantación de disciplina para que este principio se vuelva un hábito de todos los operarios.

**Figura 2. Estrategias de las 5s**



**Fuente:** Gestión de calidad [en línea]. México DF.: Mario Majano. 2003. [consultado el 4 de diciembre de 2008]. Disponible en Internet: <http://sitioweb.itca.edu.sv/sitio2007/itcalidad05/0910/calidad.ht>

#### 4.4 ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS

La estandarización es el registro y la aplicación de los métodos para el desarrollo los procesos y actividades. Para generar una mejora se debe poner bajo control los desperdicios a los cuales se encuentran sometidos los procesos por medio de una herramienta de estudio del trabajo. Controlada la situación se debe estandarizar el proceso. Este proceso mejorado y estandarizado se someterá posteriormente a infinitos ciclos de mejora mientras la empresa este vigente.

Para la correcta estandarización de procesos de fábrica en una empresa con perfil metalmecánico es indispensable el conocimiento acerca los procesos de trabajo que se realizan en ella y mas aun los procesos de mecanizado por arranque de viruta, además del conocimiento que debe recogerse de las características propias del proceso productivo de la empresa en cuestión.

#### 4.5 INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD

La productividad es la relación entre la cantidad de piezas producidas y los insumos gastados de la empresa. Este concepto puede ser utilizado para medir la productividad en diferentes aspectos de una empresa como son mano de obra, maquinaria, materia prima, capital etc.

$$\text{Productividad} = \text{Entradas} / \text{Salidas}$$

Cuando se desea medir la eficiencia de un proceso productivo se debe tener un estándar base para poder compararlo con un dato real.

$$\text{EFICIENCIA} = 100 \times (\text{Tiempo Observado}) / (\text{Tiempo Estándar})$$

El tiempo observado es el dato recolectado en un periodo de tiempo cualquiera realmente en la planta y el tiempo estándar es el que debería tomar realizar el proceso, el tiempo estándar se obtiene con el estudio de tiempos<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Productividad [en línea]. Mexico D.F. Adrian Castro 2004 ., [consultado el 4 de diciembre de 2008]. Disponible en Internet:  
<http://www.monografias.com/trabajos6/prod/prod.shtml>

## **5. ESTUDIO DEL TRABAJO**

Es necesario hacer un análisis de como se esta llevando el trabajo en la planta por ello en este capitulo se describe la metodología utilizada, así como los criterios y restricciones que se tuvieron en cuenta para llevar a cabo el análisis.

El estudio de movimientos permite eliminar aquellos desperdicios o movimientos innecesarios y organizar los movimientos útiles. Para efectuar correctamente este estudio se debe aplicar de la mejor manera el método de acuerdo a la empresa.

### **5.1 DISEÑO DE LA HOJA DE PROCESO**

Antes de iniciar la recolección de información se debe elegir la técnica correcta para el registro y análisis del método de trabajo de acuerdo al proceso productivo que desarrolla la empresa. Por esta razón, la técnica debe estar enfocada al proceso de fabricación de cada pieza específica de tal forma que se puedan conocer los elementos que están causando retrasos de tiempo.

La herramienta que permite el monitoreo y clasificación de todas las actividades que se realizan en un proceso, que en este caso sería el proceso de elaboración de las piezas es el diagrama de flujo de proceso que se usa, en principio, para cada componente de un ensamble o de un sistema para obtener máximo ahorro en la manufactura o en procedimientos aplicales a un componente o secuencia de trabajos específicos.

El diagrama de flujo del proceso fue elegido para esta empresa porque es muy valioso para registrar desperdicios ocultos, como distancias recorridas en exceso, retrasos y almacenamientos temporales.











Este formato será aplicado para la recolección de los datos de los procesos de fabricación directamente en la planta para las piezas establecidas durante este proyecto y quedara implementado en la empresa para la documentación de posteriores procesos de elaboración de piezas.

Se pidieron algunos requisitos para la elaboración de la hoja de proceso.

- Los formatos deben ser elaborados en formato Microsoft Excel para que la información sea compatible con los demás documentos de producción que posee la empresa.
- Los formatos deben poseer el logo de la empresa, debe tener versión y fecha de elaboración del mismo.
- Los formatos deben contener el número de la orden de producción para saber a que lote de piezas fue efectuado el estudio.






La Figura 3 presenta la hoja de proceso para la recolección de información después de cumplir con todos los requisitos que se pidieron para su elaboración.

**Figura 3. Hoja de proceso ITC**

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO						
		Plano No:		Resumen: No		
Nombre de la pieza:	Fecha: Noviembre 2008	 OPERACIÓN				
Nombre del conjunto:	Tiempo de manufactura	 TRANSPORTE				
Responsable: Diego Gonzalez	HORAS:	 INSPECCION				
	MIN:	 DEMORAS				
		 ALMACENAMIENTO				
No	DISTANCIA (mts)	TIEMPO (min)	PROCESO			DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						

El diagrama de flujo de proceso contiene cinco tipos de actividades que se realizan en un proceso productivo las cuales se explican en el Cuadro 2. También contiene información como nombre de la pieza, número de plano, distancia de transportes, tiempo de la actividad y descripción detallada de la misma.

**Cuadro 2. Simbología de actividades del diagrama de flujo de proceso**

TIPO	SIMBOLO	DESCRIPCION
Operación		Se dice que hay una operación cuando se modifica de forma intencionada cualquiera de las características físicas o químicas de la pieza como taladrar, cortar, esmerilar, etc. también hay actividades que no modifican las características físicas o químicas de un objeto como escribir, colocar, sujetar, leer, etc.
Inspección		Se dice que hay una inspección cuando la pieza es examinada para fines de identificación o para comprobar la cantidad o calidad de cualquiera de sus propiedades.
Transporte		Es cuando la pieza es trasladada de un lugar a otro, excepto cuando dichos traslados son una parte de la operación o bien son ocasionado por el operario en el punto de trabajo durante una operación o inspección.
Demora		Es cuando ocurre un retraso a una pieza cuando las condiciones excepto aquellas que intencionalmente cambian las características químicas o físicas del objeto, no permiten una inmediata realización de la acción planeada siguiente.
Almacenamiento		Existe almacenamiento cuando la pieza es guardada y protegida contra el traslado no autorizado del mismo.

**Fuente:** NIEVEL, FREIDVALS, Ingeniería industrial, Métodos, Estándares y Diseño del trabajo, México D.F., Alfaomega, 2001, p 24 -54

Habiendo escogido la técnica adecuada para la recolección de información procedemos a escoger el trabajador adecuado.

## **5.2 SELECCIÓN DEL TRABAJADOR EN ESTUDIO**

Debido a que esta fábrica produce piezas específicas de acuerdo al pedido del cliente. Los trabajadores son especialistas en metalmecánica y el uso de máquinas herramientas.

**5.2.1 Trabajadores en estudio.** De acuerdo a los perfiles ocupacionales de la empresa se asumieron argumentos para elegir los operarios indicados para el estudio. Estos argumentos se basan en la especialización, experiencia y la tarea que desempeña cada uno de los del taller.

La empresa cuenta con operarios certificados académicamente y otros empíricos. Para hacer una correcta selección del operario indicado es necesario tener en cuenta dos factores clave: los conocimientos adquiridos académicamente, los cuales certifican un grado de competencia del operario y el otro factor es la experiencia ya que hay operarios que aunque no posean estudios realizados con sus años de experiencia y fogueo dentro de la planta son aptos para efectuar el estudio.

**5.2.2 Trabajadores aptos para el estudio.** El Cuadro 3 contiene el listado de todos los operarios que se encuentran en planta refiriendo su especialidad, experiencia y conocimientos para mostrar el criterio que se tuvo en cuenta para la selección de trabajadores para el estudio.

Los operarios seleccionados para el análisis del trabajo son los más competentes y que tengan la mayor experiencia en su especialidad. Para operaciones de torneado convencional son Alberto Sánchez y Pablo Borrero, para operaciones de fresado Juan Diego Salazar y Pablo Borrero, para operaciones de cortado Phanor Peña, operaciones de pulido y corte Edwin Escobar, operaciones en centros de mecanizado Oscar Ruiz y operaciones en tornos CNC Danilo Gomes.

Estos operarios son los aptos y escogidos para el estudio de tiempos y movimientos, ya sea por sus conocimientos académicos o experiencia todo el trabajo de campo se centrará en sus actividades.

**Cuadro 3. Personal de planta**

<b>Nombre del operario</b>	<b>Tipo de operario</b>	<b>Experiencia</b>	<b>Conocimientos</b>
Alberto Sánchez	Tornero convencional Certificado del SENA	26 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lectura e interpretación de planos y croquis.</li> <li>▪ Instrumentos de medición</li> <li>▪ Disposición y secuenciación de actividades aplicadas al contexto de tornería.</li> </ul>
Juan Diego Salazar	Operario de fresadora convencional certificado del SENA	8 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lectura e interpretación de planos y croquis.</li> <li>▪ Instrumentos de medición.</li> <li>▪ Disposición y secuenciación de actividades aplicadas al contexto de fresado.</li> </ul>
Oscar Ruiz	Operador centro de mecanizado certificado del SENA	15 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Interpretación de planos</li> <li>▪ Procesos de fabricación</li> <li>▪ Programación y fabricación en centro de mecanizado control numérico CNC.</li> <li>▪ Instrumentos de medición</li> </ul>
Danilo Gomes	Tornero CNC certificado del SENA	1 año	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Interpretación de planos.</li> <li>▪ Programación y fabricación en tornos CNC.</li> <li>▪ Instrumentos de medición.</li> </ul>
Andrés Zea	Tornero convencional Certificado del SENA	6 meses	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lectura e interpretación de planos y croquis.</li> <li>▪ Disposición y secuenciación de actividades aplicadas al contexto de tornería.</li> </ul>
Pablo Borrero	Tornero y fresador convencional certificado del SENA	32 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lectura e interpretación de planos y croquis.</li> <li>▪ Instrumentos de medición</li> <li>▪ Disposición y secuenciación de actividades aplicadas al contexto de tornería.</li> <li>▪ Disposición y secuenciación de actividades aplicadas al contexto de fresado.</li> </ul>
Dario Alomía	Ayudante de taller.	1 año	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conocimientos empíricos de tornería u operaciones en general</li> </ul>
Phanor Peña	Cortador	14 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conocimientos empíricos adquiridos en la planta para el cortado de piezas.</li> </ul>
Gustavo Coqueco	Ayudante de taller	2 meses	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conocimientos empíricos de tornería u operaciones en general</li> </ul>
Edwin Escobar	Ayudante de taller	2 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conocimientos empíricos de tornería u operaciones en general.</li> </ul>

### **5.3 RECABAR INFORMACIÓN SOBRE EL TRABAJO**

Como no se pueden mejorar los métodos de fabricación para todas las piezas que se producen en la empresa debido a la gran cantidad y variedad de estas. Se usaron criterios para definir una lista de piezas que tengan un mayor impacto en la empresa, es decir, las piezas que tienen mayor demanda y representan la mayor cantidad ingresos para la empresa. Para este grupo de piezas seleccionadas se va a mejorar el método de trabajo actual y posteriormente se realizará la estandarización de su proceso de fabricación.

#### **5.3.1 Criterios para la selección de piezas en estudio**

- Piezas de gran repetición, pues por poca economía que se consiga en cada una, se lograra un resultado muy apreciable en conjunto y dentro de las piezas repetitivas se deben preferir las de producción mas larga, las que ocupen máquinas de mayor valor, o manejadas por operarios mejor pagados tales como centros de mecanizado o torno CNC.
- Piezas que representen un alto porcentaje sobre el costo del producto terminado, ya que las mejoras que se implementen por más pequeñas que sean, serán más interesantes económicamente que grandes mejoras aplicadas a otras piezas de menos valor.
- Piezas que impliquen un proceso productivo con más riesgos para el operario, como manipulación de sustancias toxicas o maquinas con aspectos especiales de seguridad.
- Piezas que según la experiencia del jefe de producción tengan que ser incluidas en esta lista.

Con estos criterios se procedió a crear una lista detallada de piezas a las cuales se efectuó el estudio, analizando los criterios por los cuales se incluyeron dentro de lista.



### 5.3.2 Piezas en estudio

A continuación se describen las piezas aprobadas e incluidas en el estudio de tiempos y movimientos con sus principales características.

**5.3.2.1 Pieza IJ1 407 613 J.** Es una pieza que se fabrica periódicamente y es parte de un conjunto de piezas al que se le denomina juego de manejo, el cual es el producto más reconocido que fabrica la empresa. Además de haber una gran demanda de guías, estas tienen un método de fabricación muy artesanal apto para el proceso de mejoramiento y estandarización.

- Material: UHMW (Polietileno de ultra alto peso molecular) Blanco o Negro
- Función: Esta pieza permite el recorrido de las botellas en línea recta y curva a través de las maquinas embotelladoras.

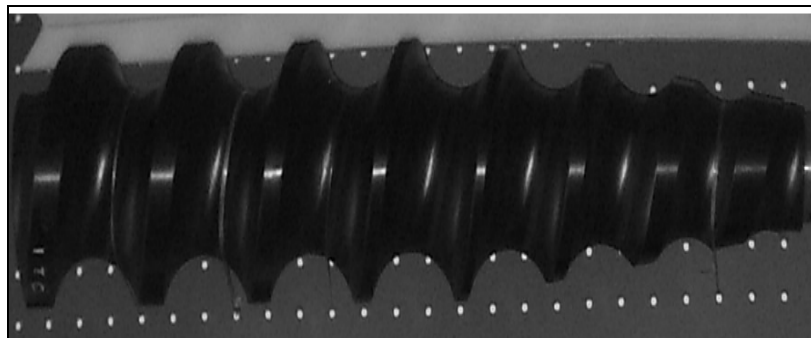
**Figura 4. Pieza 1 IJ1 407 613 J**



**5.3.2.2 Pieza 111 115 234 B.** Esta pieza tiene un gran porcentaje sobre el costo de fabricación y debe cumplir altos estándares de calidad debido a que el ajuste de esta en la maquina debe ser perfecto. Esta pieza se vende como pieza individual y también como parte de los juegos de manejo.

- Material: UHMW (Polietileno de ultra alto peso molecular) Blanco o Negro
- Función: Esta pieza permite el buen apilamiento o el giro de las botellas cuando se necesite en algún punto del proceso de embotellamiento.

**Figura 5. Pieza 111 115 234 B**



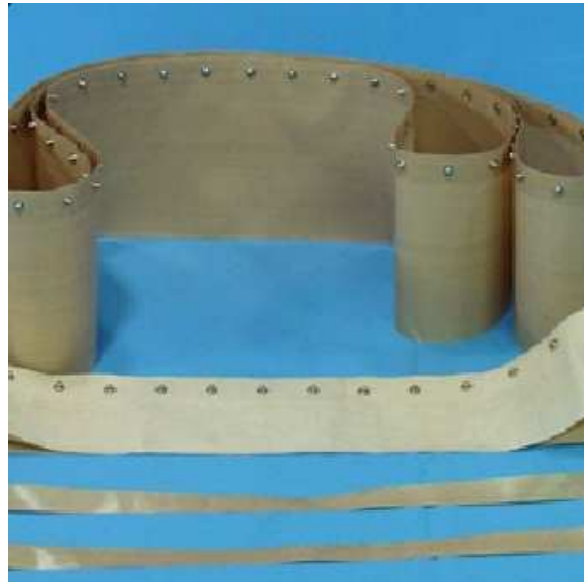
**5.3.2.3 Pieza 1J0 407 255 G.** Son bandas o correas transportadoras para uso continuo, en altas o bajas temperaturas. Este producto posee una gran demanda, un buen porcentaje de ganancia sobre el costo de fabricación y un método de elaboración económico, por esto es uno de los productos con más beneficios económicos para la empresa.

- Material: Teflón Flexible PTFE (Es un tejido de fibra de vidrio impregnado con teflón).
- Función: Las bandas disipan el calor rápidamente, transponiéndolo directamente para el tejido disminuyendo los tiempos de secado en los procesos de fabricación.

**5.3.2.4 Pieza 1J0 457 254 G.** Son bandas o correas transportadoras para uso continuo, en altas o bajas temperaturas con medio de sujeción a través de remaches.

- Material: Teflón Flexible PTFE (Es un tejido de fibra de vidrio impregnado con teflón).
- Función: Las bandas disipan el calor rápidamente, transponiéndolo directamente para el tejido disminuyendo los tiempos de secado en los procesos de fabricación. Este tipo en particular permite fijarse a la maquina por medio de remaches para maximizar su uso.

**Figura 6. Pieza 1J0 457 254 G**



**5.3.2.5 Pieza 1J0 312 101 C.** Son piezas de gran demanda y tiene procesos de producción artesanales. Son muy usados en la industria del embotellado, envasado, embalaje y transporte.

- Material: Polietileno HMW (Polietileno de alto peso molecular) Negro
- Función: Se utiliza para cambiar el ángulo de un producto en las líneas transportadoras.

En el Anexo D se muestra el diagrama de flujo de proceso actual para la pieza 1J0 312 101 C.

**5.3.2.6 Pieza 1J0 354 101 C.** Estas piezas tienen una demanda muy grande y se fabrican de forma masiva.

- Material: Polietileno HMW (Polietileno de alto peso molecular) Negro
- Función: Se utiliza en la industria del embotellado mas que todo para maquinas llenadoras.

**5.3.2.7 Pieza 1J0 352 112 A.** Pieza con mucha demanda en la empresa con procesos de fabricación costosos y demorados. También se han observado operaciones que ponen en peligro la integridad física de operario en su fabricación.

- Material: Polietileno HMW (Polietileno de alto peso molecular) Negro
- Función: Se utiliza en la industria del embotellado mas que todo para maquinas llenadoras.

**5.3.2.8 Pieza 1J0 234 101 G.** Esta pieza tiene gran demanda y debe cumplir con altos estándares de calidad, los prolongados tiempos de proceso de que posee esta pieza hace fundamental el mejoramiento de sus métodos de elaboración.

- Material: INOX (Acero inoxidable)
- Función: Se utiliza en las maquinas tapadoras para fijar la tapa a la botella.

**5.3.2.9 Pieza 1J0 111 233 K.** Esta pieza es parte de los juegos de manejo por lo tanto debe ser incluida en el estudio.

- Material: UHMW (Polietileno de ultra alto peso molecular) Blanco o Negro
- Función: Esta pieza como su nombre lo indica cumple la función de separador en las guías para juego de manejo.

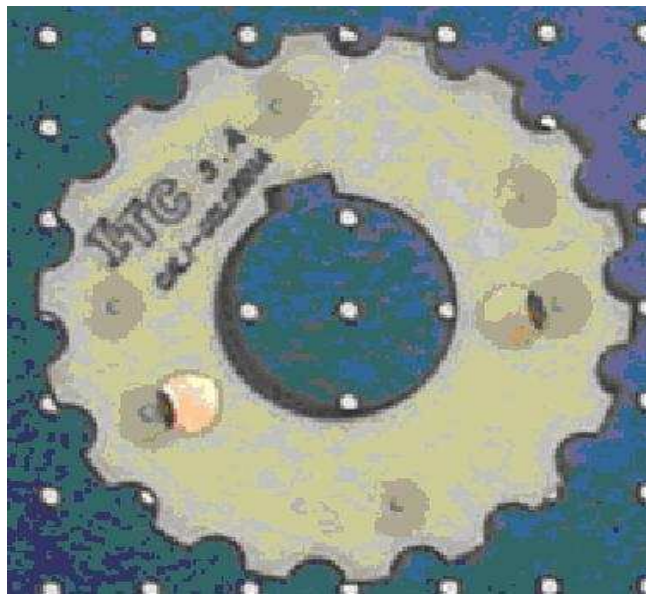
**5.3.2.10 Pieza 1J0 111 233 K .** Esta pieza no es un producto que se venda como tal, pero es ensamble de muchos productos que se fabrican en la empresa. Esto hace que su producción sea masiva.

- Material: INOX (Acero inoxidable)
- Función: Sirve para fijación de las partes de una pieza.

**5.3.2.11 Pieza 1J0 113 129 B.** Esta pieza tiene mucha demanda además de un buen porcentaje de ganancia sobre el costo. Este producto requiere muchas operaciones en maquinas de alto costo tales como tornos y centros de mecanizado lo que la hace factible de mejoras.

- Material: Nylon
- Función: Esta pieza funciona como engranaje de maquinas embotelladoras.

**Figura 7. Pieza 1J0 113 129 B**



**5.3.2.12. Pieza 1J0 124 567 B.** Esta pieza debe cumplir altos estándares de calidad porque debe ser exacta respecto a sus dimensiones.

- Material: Polietileno HMW (Polietileno de alto peso molecular) Negro
- Función: Se utiliza como apoyo para el rodamiento de bandas transportadoras.

**5.3.2.13. Pieza 1J0 124 567 D.** Se trata de rollos de tela de teflón cortados a longitud y espesor pedidos por el cliente.

- Material: Teflón Flexible PTFE (Es un tejido de fibra de vidrio impregnado con teflón).

**5.3.2.14. Pieza 1J0 123 455 G.** Esta pieza debe ser muy exacta respecto a sus dimensiones y se fabrica en un material muy costoso lo que hace intolerables los desperdicios de materia prima.

- Material: Acetal (Oxido de metileno)
- Función: Esta pieza la utilizan las maquinas llenadoras para poder centrar la botella antes del llenado.

**5.3.2.15 Pieza 1J0 122 455 H.** Este es uno de los productos más reconocidos de la empresa con gran demanda y alta calidad. También requiere el uso de maquinaria y personal muy calificado.

- Material: INOX (Acero inoxidable)
- Función: Por esta pieza pasa el líquido del cual se quiere llenar la botella.

**5.3.2.16 Pieza 1J0 122 433 S.** Es una pieza pequeña con gran demanda por parte de los clientes. Tiene un proceso de elaboración sencillo pero debido al gran volumen que se produce es indispensable estandarizar su proceso de fabricación.

- Material: HMW (Polietileno de alto peso molecular)
- Función: Por esta pieza pasa el líquido del cual se quiere llenar la botella.

**5.3.2.17 Pieza 1J0 244 656 D.** Esta pieza debe cumplir altos estándares de calidad porque debe ser exacta respecto a sus dimensiones.

- Material: HMW (Polietileno de alto peso molecular)
- Función: Esta pieza tiene la función de dar una separación determinada a cada botella en la línea de transporte.

**5.3.2.18 Pieza 1J0 233 566 J.** Esta pieza requiere maquinaria y personal calificado debido a su complejo proceso de elaboración.

- Material: UHMW (Polietileno de ultra alto peso molecular) Blanco o Negro
- Función: Esta pieza permite el recorrido de las botellas en forma circular o semicircular.

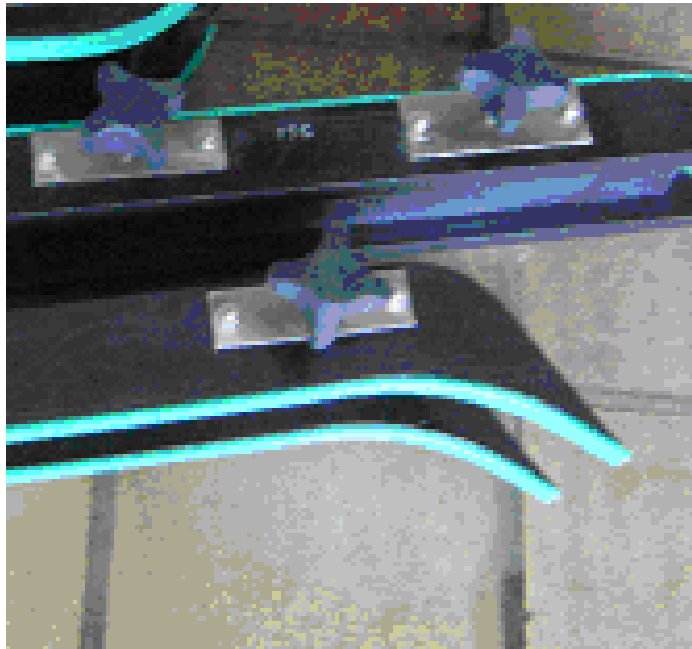
**Figura 8. Pieza 1J0 233 566 J**



**5.3.2.19 Pieza 1J0 234 544 F.** El perfil es una parte de una guía para juego de manejo. Por esta razón también es de gran demanda.

- Material: UHMW (Polietileno de ultra alto peso molecular) Verde
- Función: Esta pieza aumenta el ciclo de vida de las guías para juego de manejo protegiendo el borde que esta expuesto a la fricción incesante las botellas en las líneas de embotellado. En la siguiente figura se puede ver que la pieza es el perfil en color verde por todo el borde exterior de la guía para juego de manejo.

**Figura 9. Pieza 1J0 234 544 F**



**5.3.2.20 Pieza 1J0 234 544 A.** Es una pieza que tiene métodos de elaboración artesanales y gran demanda.

- Material: UHMW (Polietileno de ultra alto peso molecular) Verde
- Función: Esta pieza evita el desgaste de partes expuestas a fricción en las maquinas de embotellado.



#### **5.4 DIVIDIR EL TRABAJO DE ELABORACIÓN DE LAS PIEZAS EN ELEMENTOS**

La ingeniería de métodos es la técnica que se ocupa de aumentar la productividad del trabajo, reduciendo los tiempos ociosos o muertos e incrementando la eficiencia del trabajador; haciendo mas fácil y lucrativa su labor. La ingeniería de métodos puede ser utilizada en dos aspectos que son la simplificación del trabajo que se efectúa con análisis de movimientos y la medición del trabajo que se efectúa con el estudio de tiempos.

Esta fase del proyecto es clave para el análisis de movimientos. También se le puede llamar “el levantamiento de la información”, es decir conocer en que secuencia, métodos y condiciones se esta realizando el trabajo, con el objetivo de identificar desperdicios en el proceso y establecer un método mejorado de trabajo. También se tiene como objetivo en esta fase del proyecto, estimar tiempos de ciclo para la posterior fase de medición del proceso con el estudio de tiempos para no incurrir en muestreo estadístico.

Los principios de división de trabajo en elementos serán las pautas clave para obtener una correcta recolección de información. Y la herramienta para recolectar la información será el diagrama de flujo de proceso mostrado anteriormente en la Figura 3.

La toma de tiempos en este diagrama de flujo de procesos se efectuó con un método de regresos a cero para poder identificar claramente los ciclos de mecanizado. Cabe aclarar que esta primera operación de toma de tiempos del método actual de trabajo se hace solo con el propósito de hacer una estimación de los tiempos de ciclo del proceso para ahorrar el tiempo que se gastaría en técnicas de muestreo estadístico cuando se requiera efectuar el estudio de tiempos del método mejorado de trabajo como se dijo con anterioridad.

Simultáneamente cuando recabamos la información del trabajo podemos hacer observaciones visuales y sobre la marcha para identificar desperdicios o para posteriores mejoras al proceso de producción de una pieza determinada. El trabajo de recolección de datos del analista de tiempos va a ser continuamente supervisado y corroborado por el jefe de producción y el coordinador de producción de la empresa ya que la validez de esta información depende de la experiencia de estas personas para identificar elementos en el proceso debido a su bagaje.

## 5.5 IDENTIFICACIÓN DE DESPERDICIOS EN EL PROCESO

La identificación de desperdicios se ha definido como análisis de la información recogida en la planta. Este análisis se efectúa para separar aquellos elementos del proceso productivo que son innecesarios para la fabricación de la pieza. Esos elementos se identificarán directamente de las hojas de proceso de cada pieza previamente recolectadas. Como podemos ver en la Figura 10 son desperdicios u operaciones de no valor añadido al producto y pueden ser eliminadas del proceso.

Como se había dicho antes la forma de trabajo no es en línea, el análisis de movimientos es indispensable para reconocer la causa principal de los retrasos de tiempo, mano de obra, disposición de materiales, disposición de herramientas y a su vez dice para qué procesos se están presentando. Este análisis posibilita identificar los desperdicios o elementos innecesarios y también ordenar los movimientos útiles, obteniendo así la eficiencia máxima.

**Figura 10. Identificación de desperdicios en el proceso**

No	DISTANCIA (mts)	TIEMPO (min)	PROCESO	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD
1	4	0.5		Traer tijeras y pegamento a la mesa de ruteado
2	6	1		Traer madera para plantilla a la mesa de ruteado
3	0	3		Corte de plantilla en el plano a escala 1/1
4	4	0.5		Traer marcador sharpy
5	0	0.5		Marcar el contorno de la plantilla en la madera
6	0	0.5		Aplicar el pegamento por dentro del contorno marcado.
7	0	5		Pegado de la plantilla en la tabla de triplex
8	0	5		Esperar el tiempo de secado de la plantilla en la madera
9	2	0.3		Transporte de la madera hacia la sierra sin fin.
10	0	10		Aproximación de la plantilla
11	7	0.5		Transporte hacia el área de corte de M.P.
12	0	2		Búsqueda de la lámina correcta
13	0	40		Posicionamiento de la lámina en el tope.
14	0	5		Marcar el contorno de la plantilla en la materia prima.
15	0	0.5		Coger caladora
16	0	10		Cortar la M.P. por el contorno marcado anteriormente.
17	0	0.5		Dejar caladora
18	7	0.5		Transportar la plantilla y la pieza a la mesa de ruteado.
19	6	1		Transporte de ruteadora a la mesa (si no lo está)
20	0	5		Montar ruteadora en la mesa para rutear.
21	4	2		Traer puntillas y martillo
22	6	0.5		Traer guía plástica para ruteado
23	0	12		Clavar guía plástica con clavos por el contorno final de la pla
24	4	0.3		Traer escaleador de 1/2
25	0	0.5		Montar escaleador de 1/2 en la ruteadora.
26	0	8		Ruteado de la plantilla de madera.
27	0	3		Quitar las guías plásticas de la plantilla de madera.
28	6	0.5		Llevar guía plástica
29	2	0.3		Llevar martillo a mesa de herramientas.
30	4	0.3		Traer lija de 150 de la mesa de herramientas.

Depurando estos desperdicios nos queda un método ideal de trabajo mejorado que es apto para el estudio de tiempos y una eventual estandarización. Pero estos desperdicios simplemente no pueden solo quitarse de las hojas de proceso para elaborar el estudio de tiempos. Es imperativo hacer un análisis de cada uno de estos para hacer propuestas de mejora que puedan ponerlos bajo control.

Los desperdicios se clasificaron de acuerdo al tipo para poder encontrar soluciones globales más efectivas y no dar soluciones puntuales a cada elemento de desperdicio.

Estos mismos desperdicios nos dan el enfoque para hacer unas observaciones y propuestas de mejora para que sean eliminados permanentemente. A continuación se presentan algunos desperdicios encontrados en los diagramas de flujo de proceso con su respectivo análisis y propuestas de solución.

#### **5.5.1. Transportes innecesarios**

**5.5.1.1 Traer tijeras y pegamento a la mesa de cortado.** La estación de trabajo para cortado requiere estos implementos siempre que se realiza una operación en ella y se pierde mucho tiempo buscando estos simples elementos ya que el operario no sabe donde los dejó por última vez. Por esta razón deberían ser elementos inseparables de la estación de trabajo.

**5.5.1.2 Traer madera para plantillas a la mesa de cortado.** La estación de trabajo para cortado requiere madera siempre que se realiza una operación en ella. La madera debería estar incluida en la estación de trabajo.

**5.5.1.3 Transportar e instalar cortadora en la mesa de cortado.** Debido a que se cuenta con una sola máquina cortadora que también es utilizada para fabricar perfiles, constantemente se tiene que turnar entre la mesa de cortado y la fresadora No 2. Siendo estas estaciones dos de las más concurridas en la producción de la fábrica no se puede dar el lujo de estar perdiendo tiempo montando y desmontando esta máquina entre las dos estaciones.

**5.5.1.4 Traer puntillas, martillo y lija 150 a mesa de cortado.** La estación de trabajo para cortado requiere estos elementos siempre que se realizan operaciones en ella. Por lo tanto estos elementos deberían estar incluidos en la estación de trabajo.

**5.5.1.5 Traer guía plástica para cortado de piezas.** Estas guías son indispensables para llevar a cabo una operación de cortado ya que proporcionan la curvatura exacta de la pieza que se está fabricando. Deberían ser parte de la estación de cortado economizando minutos valiosos que se pierden en la búsqueda de este elemento de trabajo.

**5.5.1.6 Traer marcador sharpy y liquid paper.** El marcador sharpy lo usan los operarios de toda la planta para hacer marcar medidas u observaciones en las piezas que tengan un material de color claro y el liquid paper cuando es un material de color oscuro. Es indispensable que estos elementos sean parte de la dotación de elementos de trabajo de cada operario.

**5.5.1.7 Traer calibrador.** El calibrador es una herramienta que usan todos los operarios del taller de mecanizado, el problema es que hay pocos calibradores que circulan por todo el taller entre los operarios. Es decir todos deberían tener uno.

**5.5.1.8 Traer rebabador.** Los rebabadores sirven para pulir bordes y aristas que quedan con rebabas después del maquinado. Todos los operarios de los talleres de materia prima o mecanizado llevan a cabo operaciones de rebabado y todos deberían tener rebabador en su dotación de trabajo.

**5.5.1.9 No hay dispositivos adecuados para el transporte de las piezas entre las estaciones de trabajo.** Los operarios transportan las piezas a mano entre las estaciones de trabajo. Cosa que se dificulta cuando se trata de una cantidad considerable de piezas, lo que hace que el operario tenga que ir y volver llevando las piezas que le caben entre los brazos una y otra vez. Es conveniente definir e implementar dispositivos de transporte entre las estaciones de trabajo.

**5.5.1.10 Transportes de herramientas innecesarios.** Como no existe una cultura de organización en el taller de mecanizado, las herramientas no se dejan en el sitio específico donde deben estar y por lo tanto el operario debe buscar una herramienta en el sitio donde la dejó el otro operario por última vez.

## **5.5.2 Esperas**

**5.5.2.1 Espera causada por el uso de la cortadora de disco.** Debido a que los talleres de mecanizado y materia prima cuentan con una sola cortadora de disco se debe esperar a que este libre para llevarla a la otra estación de trabajo, generando tiempos muertos en el taller que no posee la maquina.

### **5.5.3 Procesos innecesarios**

**5.5.3.1 Programaciones repetidas.** El programador CNC tiene que hacer programas para piezas que ya fueron elaborados en el pasado porque no se han guardado correctamente o han sido modificados para otras piezas sin dejar la copia del original.

**5.5.3.2 Posicionar en el tope de la pila la lamina de materia prima que se quiere utilizar.** Hay un proceso innecesario al posicionar las láminas de materia prima para cortar el pedazo que se necesita de esta. Como las láminas se encuentran apiladas una encima de la otra y se dificulta sacar la lámina que se encuentra debajo de otras en la pila. El operario debe sacar una por una hasta llegar a la que se debe utilizar.

**5.5.3.3 Repetir el patronaje de una pieza.** El patronaje son todos los pasos y acciones que tiene que hacer un operario para centrar y fijar una pieza en la maquina, un patronaje puede durar desde 15 minutos hasta 2 horas dependiendo de que tan complicado sea. Debido a que no hay planeación de la producción se obliga al operario a desmontar una pieza que ya ha sido patronada para montar una que tiene mas prioridad de entrega, perdiendo tiempo de producción y horas hombre.

**5.5.3.4 Repetir la fabricación del montaje de una pieza.** El montaje es una pieza diseñada estrictamente para sujetar la pieza que se quiere mecanizar, esto facilita y disminuye el tiempo de mecanizado. Cuando el operario deja de utilizar un montaje, simplemente lo deja en un depósito que no tiene ningún tipo de organización, lo que impide que este se encuentre fácilmente la próxima vez que se requiera el montaje de la pieza. Si el operario no encuentra el montaje procede a elaborarlo nuevamente perdiendo un tiempo considerable.

**5.5.3.5 Hacer barras de listones cuadrados.** Este proceso ocurre en la empresa solo con el polipropileno debido a que este material solo se adquiere en láminas. Además de requerir mucho tiempo, malgasta grandes cantidades de material. Ver Figura 11.

Es mucho más económico comprar las barras de polipropileno con varios diámetros.

**Figura 11. Hacer barras de listones cuadrados**



**5.5.3.6 Correcciones a piezas quebradas, quemadas o rayadas.** Cada tipo de plástico soporta unas condiciones de mecanizado diferentes de acuerdo a sus propiedades físicas. En muchas ocasiones los operarios queman el material con velocidades de corte excesivas o lo quiebran debido a velocidades muy bajas, también los materiales se rayan cuando los avances son muy rápidos. Esto provoca que las piezas tengan que ser objeto de correcciones como pulir superficies dañadas y reparar partes estropeadas.

Como no existen tablas de mecanizado para los plásticos de ingeniería se podrían distinguir las condiciones óptimas de mecanizado a partir de la experiencia de los operarios. Este problema se soluciona con la estandarización de procesos de fábrica.

**5.5.3.7 Correcciones a piezas con viruta fundida.** Estas piezas deben ser corregidas a causa de viruta que se funde sobre la superficie. Esto es originado por que el operario usa velocidades de corte muy bajas y esto provoca un efecto negativo en la evacuación de la viruta, haciendo que esta se atasque y se funda.

**5.5.3.8 Correcciones provocadas por la variación de la maquinas herramientas CNC.** Se deben hacer correcciones a los programas y a los datos ingresados en las maquinas CNC, debido a la variación que tienen por golpes sufridos en el pasado y la ausencia de mantenimiento preventivo.

**5.5.3.9 Correcciones a piezas con dimensiones equivocadas por causa del operario.** Con frecuencia se tienen que corregir pedidos enteros por motivo de errores humanos. Esto se debe a que el operario hace un patronaje equivocado por no estar concentrado en las medidas del plano. Esto provoca mucho tiempo y procesos innecesarios dependiendo de la cantidad de piezas que deban ser corregidas. Este es un problema típico que puede ser solucionado con una estandarización de procesos de fábrica.

#### **5.5.4 Exceso de movimientos**

**5.5.4.1 Movimientos constantes de reubicación de piezas en proceso a sitios de almacenamiento temporal no delimitados.** Debido a que no se tienen espacios destinados al almacenamiento de las piezas en proceso en las estaciones de trabajo, se tienen que hacer reubicaciones constantes de las piezas a sitios aleatorios del taller. Esto además de causar demoras mientras se reubican las piezas, causa transportes innecesarios y excesivos por que estos sitios a veces están apartados de la estación de trabajo.

#### **5.5.5 Operaciones riesgosas**

**5.5.5.1 Viruta muy larga y afilada en operaciones de torneado.** La viruta muy larga se puede envolver en alguna parte del cuerpo del operario. Cuando se trata de materiales fuertes como el UHMW o el nylon puede causar cortes al operario o peor aun arrastrar al operario contra la copa del torno. Este tipo de viruta se produce cuando el buril esta afilado en una forma no recomendable. Se puede solucionar este problema identificando e instruyendo al operario para que el afilado del buril se haga de tal manera que la viruta se corte constantemente y produzca pequeños rollos del material.

**5.5.5.2 Operación de sellado de bandas sin protección al calor.** Esta operación lleva las manos del operario muy cerca de unas resistencias que se encuentran a temperaturas elevadas. Por lo tanto es muy probable que sufra quemaduras si no lleva una protección adecuada además de trastornos corporales por el calor que se genera en el área circundante.

**5.5.5.3 Método para el mecanizado de piezas hexagonales.** Para poder agilizar el mecanizado de piezas hexagonales se ideó una manera poco ortodoxa para poder llevar a cabo rápidamente esta tarea con un patrón hexagonal unido a la pieza. En la siguiente figura se puede observar un operario pasando sus manos

a medio centímetro de una herramienta de corte montada en una cortadora que gira a 3000 rpm. El riesgo de perder un dedo o de lesionarse gravemente una mano depende de solo un desliz o una desconcentración del operario. Para este tipo de operaciones se deben usar guardas que no permitan el contacto de los dedos con la herramienta de corte o sencillamente se debe utilizar otro método de fabricación.

**Figura 12. Técnica peligrosa para el mecanizado de piezas hexagonales**



**5.5.5.4 Operaciones de roscado sujetando la pieza manualmente.** También para efectuar mas rápido esta operación se esta utilizando un método de roscado que atenta contra la seguridad del trabajador. Como se muestra en la imagen. el operario sujeta fuertemente la pieza mientras el machuelo efectúa el roscado muy cerca de sus dedos.

**Figura 13. Operación peligrosa de roscado**





### 5.5.6 Resumen de desperdicios encontrados

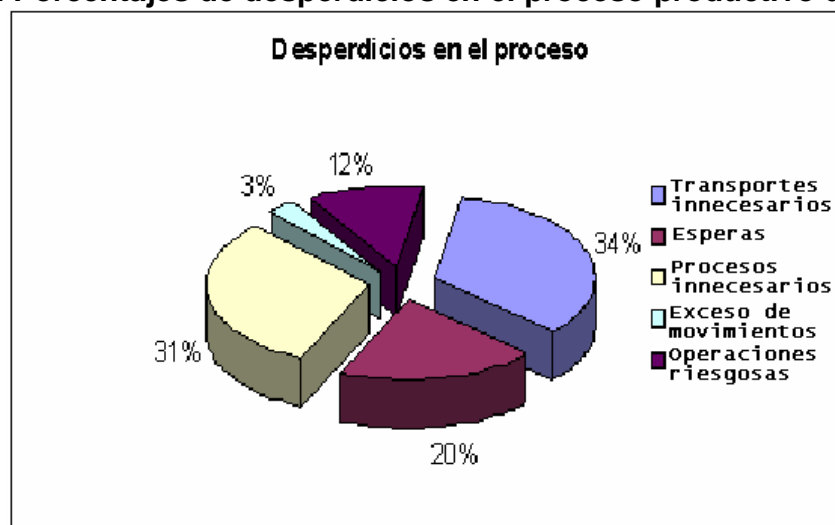
Los desperdicios encontrados se clasificaron por su tipo y numero de ocurrencias como se muestra en el Cuadro 4.

**Cuadro 4. Ocurrencias por tipo de desperdicio**

Tipo de desperdicio	Ocurrencias
Transportes innecesarios	163
Esperas	95
Procesos innecesarios	149
Exceso de Movimientos	14
Operaciones riesgosas	56

Como se puede ver en la Figura 14. El mayor porcentaje de desperdicio en los procesos de fabricación de las piezas en estudio se debe a transportes y procesos innecesarios. Estos transportes innecesarios ocurren en la mayoría de los casos por la desorganización de los operarios con la dotación personal y de sus herramientas de trabajo, también por que las estaciones de trabajo no cuentan con los implementos que deberían tener cerca de ellas.

**Figura 14. Porcentajes de desperdicios en el proceso productivo de ITC**



También existe un gran porcentaje de operaciones riesgosas que pueden ser eliminadas fácilmente introduciendo cultura de seguridad a los operarios de la planta.

Las esperas se deben a la falta de ciertas maquinas que tienen mucha demanda en el proceso como son la cortadora de disco y la cortadora.

En el exceso de movimientos no fue posible encontrar muchas fallas, esto se debe en gran parte a la experticia de todos los operarios de maquina que tiene la empresa y se podría decir que muchos exceden las capacidades de un operario promedio.

## **6. MEJORAS IMPLEMENTADAS**

### **6.1 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA**

El primer aspecto que se tuvo en cuenta fue la distribución de la planta. La empresa nunca había sido objeto de una reforma en su distribución y no se tuvieron bases o fundamentos para darle la configuración que tenía originalmente. Por este motivo encontramos un ambiente muy desorganizado y con poco aprovechamiento de los espacios en la planta, las materias primas se encuentran clasificadas pero no cuentan con medio de almacenamiento adecuado y eficiente, la distribución del proceso productivo no tiene una buena secuencia lo que crea transportes innecesarios. Además la maquinaria que se encuentra en el área de producción no tiene ninguna distribución.

En la Figura 15 se puede observar la distribución inicial de la planta, como podemos ver la maquinaria del área de producción se encuentra ubicada aleatoriamente lo que crea cruces en el movimiento de las piezas a través de las operaciones de mecanizado.

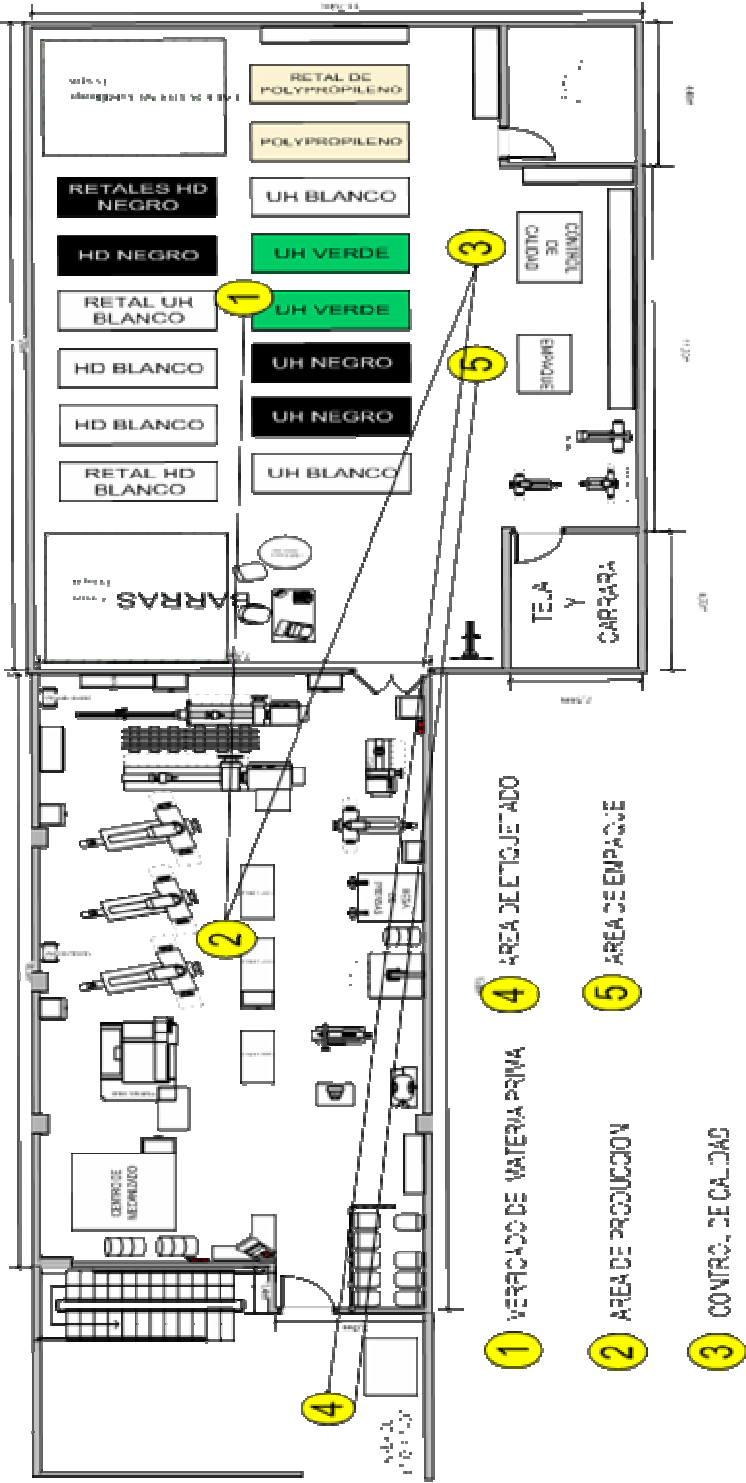
Se puede observar un gran transporte que realiza desde el área de etiquetado hasta el área de empaque, siendo el empaque el último proceso que se realiza en la producción es imperativo que se reubique más cerca de la salida.

No existen mesas para el producto en proceso al lado de cada máquina lo que provoca que los operarios tengan que ubicar las piezas en el piso o improvisar lugares creando operaciones innecesarias.

No hay sitios para las herramientas que utiliza cada máquina lo que obliga al operario a movilizarse hasta sitios lejanos para obtener los útiles que necesita en determinado momento. Tampoco hay una ruta definida de evacuación en el momento que se presente alguna emergencia, además de ser esta la ruta que puedan transitar de manera segura las personas que no sean de producción o visitantes.

No se ha dispuesto un área para el almacenamiento temporal de basuras o viruta que se desprenda del proceso diario de producción. Tampoco existe una correcta distribución y almacenamiento de la materia prima en láminas, como se puede ver están tiradas en el piso creando congestión y operaciones innecesarias de reubicación del material para poder ser manipulado.

Figura 15. Distribución inicial de la planta y secuencia de recorrido actual



El objetivo de esta distribución es brindar a ITC un buen aprovechamiento de los espacios; sabemos que el operario debe hacer los menos recorridos posibles siguiendo una secuencia de producción tipo material, evitar cruces y aprovisionar tanto de dotación como de herramientas a los operarios que efectúan mecanizados.

Mostrar cifras en circunstancias en las que empresa no ha adoptado las sugerencias en su totalidad se hace complicado; pero en la Figura 16 se puede ver claramente un gran ahorro de 30 metros en transporte que se hizo desde el área de etiquetado hasta en área de empaque cambiando el lugar en las que se encontraban ubicadas estas áreas y también un ahorro de 32 metros que se hacía desde el área de empaque hasta el despacho consecuentemente.

En el área de producción se ve una mejor distribución la maquinaria por que se dividió en sectores que corresponden a las operaciones que se realizan en la empresa para la producción de las piezas, además de ayudar en la implementación de la planeación de producción. También se añadieron espacios idóneos para la circulación de los operarios dentro del área productiva con un pasillo totalmente despejado que sirve para el transporte del producto, circulación de personal y evacuación en el caso que sea necesario.

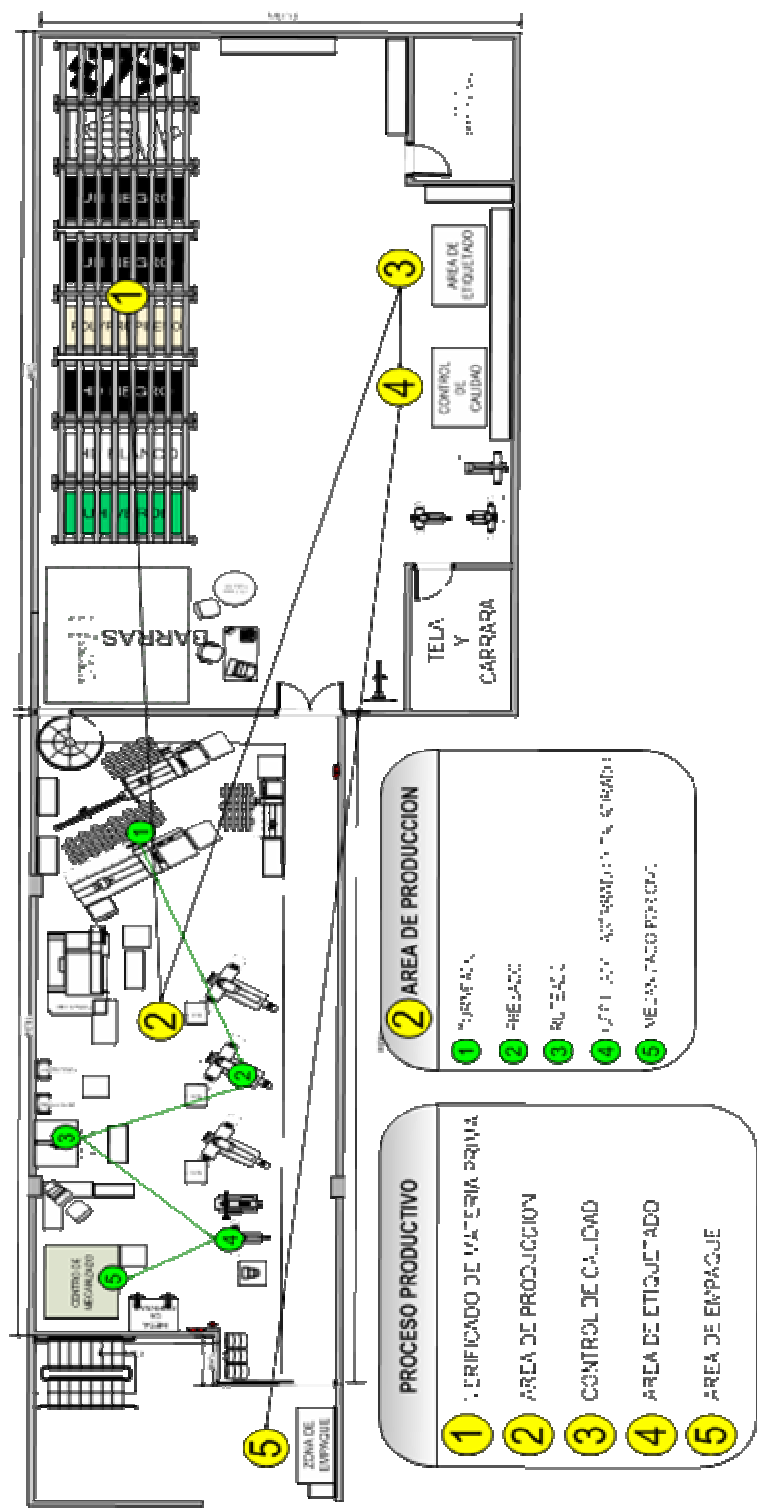
Se dispuso mesas para el producto en proceso que genera en cada una de las maquinas del área de producción y se dispuso cajones para la buena organización de las herramientas requeridas en cada una de las maquinas evitando que el operario tenga ir a buscarlas en lugares remotos.

Se propuso un sistema de estanterías idóneo para la buena organización y almacenamiento de la materia prima en láminas, como se puede observar en la Figura 16 esta implementación genera organización en la bodega y el despeje de un área para la correcta manipulación de la lámina por parte de operario.

El área de empaque esta lo mas cerca de la salida posible lo que facilita el despacho de producto terminado que debe ser muy eficiente en una empresa que trabaja por pedido y no maneja bodega de producto terminado.

Se despejo un pasillo idóneo para visitas empresariales y evacuación en caso de emergencia.

Figura 16. Distribución de la planta y secuencia de recorrido propuestas



### **6.1.1 Resumen de acciones contempladas en la distribución en planta**

- Movilización y adecuación de una nueva área de vestidores para los empleados en el segundo piso.
- Escalera espiral para acceder a una nueva y mejorada área de vestidores
- Disposición de zona de basuras cercana a la salida para su rápida evacuación.
- Creación de casilleros con las herramientas que se necesitan en cada una de las maquinas. (Esta reforma va de mano con las mejoras en los puestos e implementación de trabajo que se presenta en el próximo subcapítulo).
- Disposición de mesas para producto en proceso al lado de cada maquina
- Demarcación y creación de la ruta de evacuación.
- Adquisición y distribución de extintores en áreas críticas del taller, así como botiquín de primeros auxilios.
- Obtención de una nueva cortadora que quedara fija en la fresadora No. 2
- Provisión de casilleros para los implementos personales de los operarios.
- Creación de área de empaque con los elementos necesarios cerca a la salida de la planta.
- Fabricación de una estantería para el correcto almacenamiento y manipulación de las láminas de materia prima. Por falta de tiempo y recursos, esta reforma quedo planteada solo como una propuesta de mejora en el Anexo K.

## 6.2 MEJORAS EN LOS PUESTOS E IMPLEMENTACIÓN DE TRABAJO

El objetivo de esta implementación fue eliminar desperdicios encontrados en la hoja de diagrama de flujo de proceso, proveyendo a las estaciones de trabajo y operarios con los elementos básicos de su trabajo para evitar que tengan que ir a recogerlos.

Se especificaron cuales son los elementos necesarios e indispensables en cada una de las estaciones de trabajo para el taller mecanizado para poder crear una lista de elementos que deben estar siempre en esas locaciones. También se proveyó de implementos de trabajo necesarios a cada uno de los operarios de la planta de acuerdo a los dos tipos de cargos que existen en la planta.

**Cuadro 5. Elementos indispensables para el personal de taller**

TIPO DE OPERARIO	ELEMENTOS REQUERIDOS	FUNCION
Operario de maquina	Calibrador digital	Verificación y control de las medidas en las piezas.
	Lapicero	Escritura de cálculos y anotaciones.
	Libreta de papel	Sirve para realizar cálculos, recordatorios y notas.
	Calculadora científica	Posibilita los cálculos necesarios para proyectar las operaciones de mecanizado en las maquinas herramientas.
	Marcador negro borrable	Sirve para hacer anotaciones directamente en las piezas de color claro.
	Marcador blanco borrable	Sirve para hacer anotaciones en las piezas de color oscuro.
	Manual de mecanizado AL CASILLAS	Contiene todas formulas, herramientas y conceptos que un operario de maquina herramienta pueda necesitar en su trabajo.
Ayudante de taller	Calibrador	Verificación y control de las medidas en la materia prima.
	Cinta métrica	Verificación y control de las medidas en la materia prima.
	Rebabador	Quitar y pulir aristas en el contorno de las piezas.
	Marcador negro borrable	Sirve para hacer anotaciones directamente en materia prima de color claro.
	Marcador blanco borrable	Sirve para hacer anotaciones directamente en materia prima de color oscuro.
	Calculadora	Posibilita cálculos básicos para el corte de materias primas.



**Cuadro 6. Elementos indispensables en las estaciones de trabajo**

ESTACION DE TRABAJO	ELEMENTOS REQUERIDOS	FUNCION
Mesa de cortado	Tijeras	Corte de las plantillas de las piezas en el plano a escala 1:1.
	Pega stick	Pegado de la plantilla de papel a la madera contrachapada.
	Escareador ½	Indispensable para cualquier operación de cortado.
	Puntillas	Fijan la plantilla de madera a la materia prima que se quiere rutear.
	Martillo	Obligatorio para clavar las puntillas.
	Guías plásticas	Proporcionan la curvatura exacta de la pieza que se va a rutear.
Mesa de corte para bandas	Metro adherido a la periferia de la mesa	Permite medir la longitud de la banda que se va a fabricar.
	Soporte para el rollo de tela para bandas	Facilita la manipulación del rollo de tela para bandas por parte del operario.
	Bisturí	Corte de la tela para bandas
	Aguja e hilo	Permite fijar temporalmente los extremos de las bandas antes de la operación de planchado.
	Filmina	Permite fijar definitivamente los extremos de las bandas en la operación de planchado.
Fresadoras convencionales	Cabezal multiangular	Permite orientar el eje del portaherramientas
	Llave del portaherramientas.	Permite asegurar la herramienta a la maquina.
	Dispositivos para sujeción de piezas	Proveen distintos tipos de sujeción las piezas. Estos dispositivos son: plato universal de 3 garras con contraplato; contrapunto y lunetas; mordaza giratoria graduada y montajes específicos de fresado.
	Dispositivos para sujeción de herramientas.	Sujetan la pieza y se fijan a la maquina. Estos dispositivos son: ejes porta-fresas largos y cortos, eje porta-pinzas y juego de pinzas.
	Dispositivos para operaciones especiales.	Estos dispositivos son: aparato de mortajar giratorio, cabezal de mandrinar
	Mecanismo divisor.	Permite la rotación de las piezas en ángulos exactos.
	Aceite de lubricación	Lubrica el banco.

**Cuadro 6. (Continuación)**

Tornos convencionales	Centros	Soportan la pieza en el cabezal y el punto.
	Llave de la mordaza.	Permite abrir o cerrar la mordaza.
	Perno de arrastre	Se fija en el plato de torno y en la pieza de trabajo y le transmite el movimiento a la pieza cuando está montada entre centros.
	Luneta	Soporta el extremo extendido de la pieza de trabajo cuando no puede usarse el punto.
	Luneta móvil	Se monta en el carro y permite soportar piezas de trabajo largas cerca del punto de corte.
	Plato de arrastre	Permite amarrar piezas de difícil sujeción.
	Montajes específicos para operaciones de torneado.	Permiten y mejoran la sujeción de las piezas para operaciones de torneado.
	Aceite	Lubrica el banco del torno.
Centro de mecanizado	Prensa	Permite fijar piezas en la bancada de la maquina.
	Juego de bridas	Se usa para efectuar diferentes agarres en la bancada de la maquina.
	Porta boquillas	Permite la sujeción de las herramientas en el portaherramientas de la maquina.
	Cuarto eje	Mecanismo divisor que permite el giro a las piezas.
	Soporte para el cuarto eje	Es el mecanismo donde se apoya el cuarto eje.
	Punto	Soporta el otro lado de la pieza cuando se utiliza el cuarto eje.
	Aceite lubricante	Solo para operaciones de roscado.
Torno CNC	Juego de boquillas	Se adaptan a los diferentes tamaños de herramientas.
	Porta boquillas	Permite la sujeción de las herramientas en el porta herramientas de la maquina.
	Tope	Evita que la maquina se golpee con algún movimiento fuera de rango en la programación.
	Cepillo	Limpiar la viruta de la herramienta y la pieza.
	Aceite lubricante	Solo para operaciones de roscado.

Teniendo en cuenta la seguridad de los operarios en el Cuadro 7 se definió los elementos de seguridad indispensables para los dos tipos de operarios que hay en la planta.

**Cuadro 7. Implementos de seguridad por tipo de cargo**

<b>TIPO DE OPERARIO</b>	<b>ELEMENTOS REQUERIDOS</b>	<b>FUNCION</b>
Operario de maquina	Tapones para oídos.	Protege el canal auditivo de ruidos fuertes que lo puedan dañar.
	Botas con punta metálica.	Protegen los pies de elementos contundentes que puedan caer encima de ellos.
	Gafas protectoras	Protege los ojos de esquirlas o virutas que puedan caer en ellos.
	Camisetas de algodón ajustada	La camiseta del operario de maquina debe estar ajustada al cuerpo para evitar que se enrede en alguna pieza en movimiento de la maquina.
Ayudante de taller	Tapones para oídos.	Protege el canal auditivo de ruidos fuertes que lo puedan dañar.
	Botas con punta metálica.	Protegen los pies de elementos contundentes que puedan caer encima de ellos.
	Gafas protectoras	Protege los ojos de esquirlas o virutas que puedan saltar.
	Protector de espalda	Cuida que la espalda del operario no se dañe cuando tenga levantar un peso considerable.

### 6.3 IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5S

Esta implementación se hizo con el objetivo de mejorar la productividad y condiciones laborales del taller promoviendo un trabajo más organizado.

El día sábado 31 de enero de 2009 fue implementada una jornada de limpieza en la empresa utilizando los cinco principios japoneses para conseguir una empresa limpia, ordenada y un grato ambiente de trabajo. Cabe hacer la aclaración que

para el transcurso de la jornada que tuvo una duración de ocho horas solo estaba proyectado implementar las primeras tres fases del principio que constan de clasificación, organización y limpieza.

Primero que todo se trato de separar lo que es necesario de lo que no lo es y botar lo que es inútil debido a que el taller de mecanizado a lo largo de los años había acumulado elementos que no tenían ningún uso. En esta primera fase hizo un inventario de las cosas útiles como son herramientas, equipos y montajes para poder desechar todo lo inútil.

**Figura 17. Fase de clasificación del principio de 5s**



En la segunda fase se colocó todo lo útil del área de trabajo en lugares accesibles que el mismo operario eligió teniendo en cuenta que las cosas no se caigan y que no se deterioren.

En la Figura 18 se puede apreciar el casillero de herramientas de corte debidamente organizado.

**Figura 18. Fase de organización del principio de 5s**

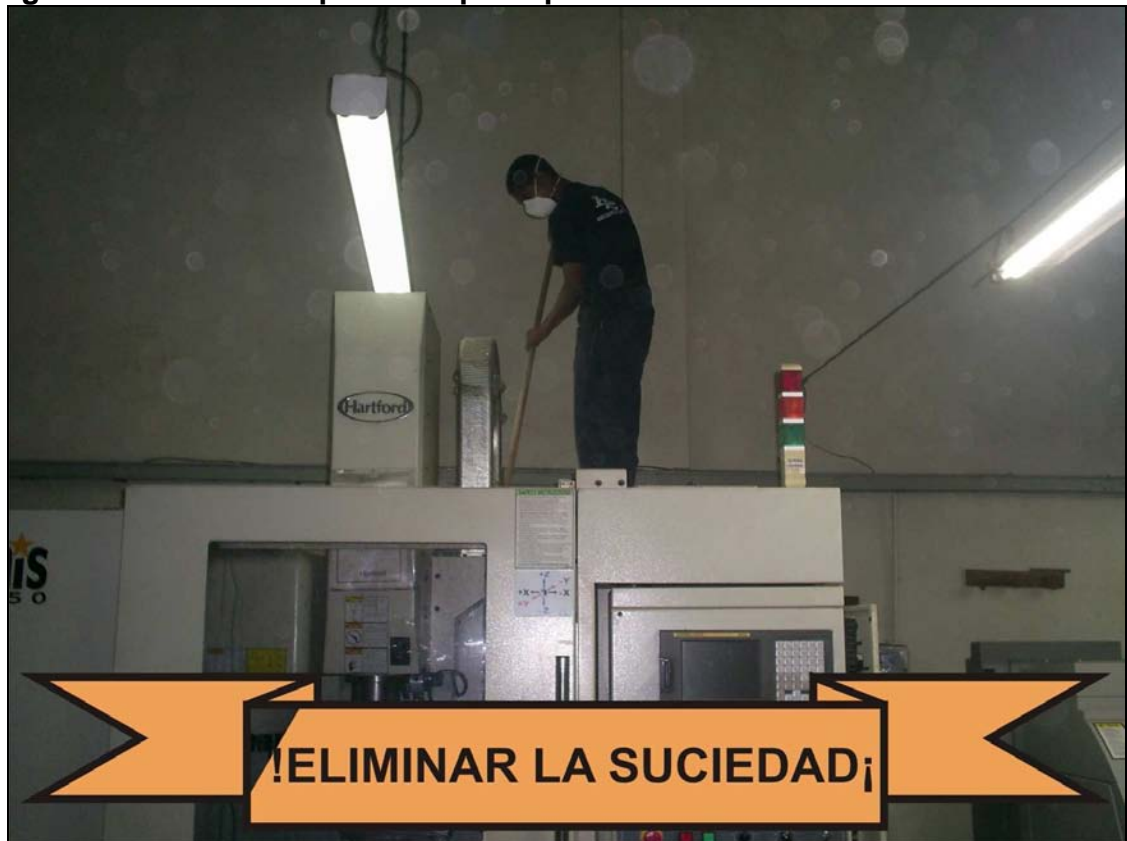


**Figura 19. Identificación y organización en el torno CNC**



En la tercera etapa se hizo una limpieza general del taller de mecanizado para mejorar el aspecto visual general y mejorar las condiciones de los operarios.

**Figura 20. Fase de limpieza del principio de las 5s**



La implementación de las primeras tres etapas no sirve de nada si no se trata de mantener constantemente el estado de orden y limpieza en la planta. Por ello se elaboro un programa estándar para mantener el buen estado de taller con los mismos operarios.

Este programa de organización estándar fue discutido con todos los operarios para que fuera aceptado por todos. Cada uno de los operarios se comprometió a cumplir con las responsabilidades que se le imputaron en dicho programa.

Para asegurar el cumplimiento de las 5s se efectuaran recorridos aleatorios por parte de jefe de producción, este tiene la responsabilidad de verificar el cumplimiento de las acciones por parte de los operarios y aplicar las medidas necesarias para su consecución

**Cuadro 8. Programa para estandarizar el principio de 5s en ITC**

<b>QUE HACER</b>	<b>MODO</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>FRECUENCIA</b>
Dejar los elementos en su sitio	Todos los elementos ya sean herramientas, montajes, calibradores etc. Deben ubicarse en el sitio que debe ser.	Operario y ayudantes de taller.	Cada vez que se utilice.
Limpiar la bancada de las maquinas herramientas.	Soplar la bancada con aire comprimido hasta que haya caído la viruta y pasar trapo con agua.	Operario de la respectiva maquina	Al final del trabajo
Limpiar superficie de maquinas herramientas.	Pasar trapo con solución de detergente y desinfectante por todas las superficies exteriores de la maquina.	Operario de la respectiva maquina.	Semanal
Limpiar superficies de trabajo.	Soplar la superficie con aire comprimido y pasar trapo con solución de detergente y desinfectante.	Ayudantes de taller de mecanizado	Diario
Limpiar materia prima.	Pasar la escoba por encima de las laminas y por el contorno de las barras de material	Ayudante de taller de materia prima	Semanal
Limpiar paredes	Pasar trapo con solución de turgente y desinfectante, usar extensión para llegar a los sitios mas alejados.	Aseadora	Semanal
Limpiar pisos	Soplar con aire comprimido la viruta y polvo hacia un rincón después levantar con escoba y recogedor.	Ayudantes de taller de mecanizado y materia prima	2 veces al día
Vaciar basureros	Volcar el contenido del basurero hacia el contenedor final de basuras	Ayudantes de taller mecanizado	Diario (al final de la jornada)
Limpiar techos	Quitar telarañas y limpiar con solución de detergente y desinfectante usando la extensión.	Aseadora	Una vez al mes
Botar basura	Llevar el contenedor de basura a la salida de la empresa.	Ayudantes de taller	Semanal

Con esta implementación se obtuvieron grandes beneficios en la condición laboral de los operarios del taller, además de aumentar la productividad. También se mejoro el control de inventario porque cada elemento debe estar en su sitio promoviendo la cultura de este principio japonés.

## **6.4 SEGURIDAD OCUPACIONAL**

La seguridad en el taller se implementara por medio de normas que todo operario debe seguir. Esta implementación tiene el objetivo de eliminar todas las operaciones riesgosas que amenacen la integridad física de los operarios.

Estas normas se visualizaran en el taller por medio de carteles y avisos. Para asegurar el cumplimiento, la infracción de la norma de seguridad devengara en sanciones para el operario.

### **6.4.1 Normas de seguridad para el operario**

- Uso de gafas de seguridad
- No usar ropa floja o suelta junto a la maquinaria
- Utilizar siempre la ropa que es proveída por la empresa
- Usar el calzado que provee la empresa
- No usar anillos, relojes o pulseras
- No usar el cabello largo
- No jugar en el taller
- Mantener el lugar siempre limpio



- Usar siempre protector auditivo
- No manipular ninguna clase de maquinaria bajo la influencia de drogas o alcohol.
- Usar guantes cada vez que se manipule herramientas de corte
- Nunca debe operar una maquina un operario que no este calificado para ello.
- Comprobar siempre que la maquina cuenta con todos sus protectores y guardas de seguridad.
- Mantener las manos alejadas de las piezas cuando la maquina este en movimiento.
- Siempre detenga la maquina antes de limpiarla
- Siempre utilizar los dispositivos de sujeción reglamentarios (prensas, bridas, y mordazas)
- No rebabar piezas con la maquina en movimiento
- No acercar ninguna parte del cuerpo a las partes móviles de ninguna maquina.
- Evitar la producción de viruta larga y filuda. (Afilar de correcta manera brocas y buriles)
- Ningún operario debe efectuar operaciones que no hallan sido normalizadas.

Estas normas se implementaron con avisos y carteles de acuerdo a la maquina o al área de trabajo.

## 7. ESTUDIO DE TIEMPOS

El estudio de tiempos es una forma de crear estándares de producción óptimos para un proceso. Es lo primero que tenemos que hacer para poder crear los instructivos o estándares de fabricación de cada pieza.

El estudio de las piezas se realizó solo a las piezas pertenecientes al grupo previamente escogido y fue posible solamente en el momento en que se fabricó un pedido de ellas. Fue posible recolectar información de las veinte piezas previstas en el plan de trabajo.


Para calcular un estándar de tiempo para el método de trabajo se siguieron los siguientes pasos:

- Comparar los tiempos para elementos similares, en las hojas de observación donde se han definido los ciclos gracias los diagramas de flujo de proceso de cada pieza recolectados anteriormente.
- Ajustar los tiempos de los elementos de acuerdo con las características de cada tarea y tomar el número de observaciones según la Tabla 1., de acuerdo a tiempo estimado de ciclo que se observe en las hojas de diagrama de flujo de proceso.
- Agregar tiempos de elementos y agregar suplementos según lo especifica la organización internacional del trabajo en la Tabla 3.

El trabajo será cronometrado en minutos y realizado con el método de regresos a cero debido a que se cuenta con un cronometro digital que facilita la toma de tiempos. Los datos se ingresan directamente en la hoja de observaciones que se muestra en Figura 21. El cronómetro utilizado en el estudio es uno digital marca spalding. Ver Anexo A.

La actuación de los operarios se evaluará con base a la calificación que le asigne el analista de tiempos con su criterio. Donde el 100% es cuando el operario trabaja a ritmo normal, sin titubeos ni movimientos extraños.

**Figura 21. Hoja de observaciones ITC**

HOJA DE OBSERVACIONES																			
 <small>INGENIERIA DE PLASTICOS INDUSTRIALES</small>		Pieza en estudio: _____ Turno: _____ Hoja No. _____																	
		MUESTRAS															TOTAL	PROM.	CALIF.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
No.	ELEMENTO																		
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			

Este es el ciclo de taladrado del proceso de fabricación de una pieza, el cual se presenta para el ejemplarizar el proceso que se llevo a cabo con cada una de las piezas.

De acuerdo al diagrama de flujo de proceso, el tiempo estimado de este ciclo es de 5,15 minutos. Con la tabla de la General Eléctric se evidencia que se deben tomar muestras para 10 ciclos.

**Cuadro 9. Hoja de observaciones para ciclo de taladrado en fresadora**

No.	ELEMENTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOT.	PROM.	CAL.
1	Coger pieza y sujetarla con la prensa	0,58	0,52	0,54	0,53	0,56	0,54	0,56	0,59	0,54	0,54	5,5	0,55	100
2	Coger broca y montarla en el mandril	0,35	0,38	0,36	0,37	0,35	0,35	0,38	0,35	0,35	0,36	3,6	0,36	100
3	Marcar centro del taladrado	1,98	1,99	2	1,99	1,97	1,98	1,99	2	1,99	1,97	19,86	1,986	110
4	Patronar bancada en el centro del taladrado	1,24	1,28	1,25	1,26	1,25	1,28	1,26	1,24	1,25	1,26	12,57	1,257	100
5	Taladrado	0,25	0,24	0,25	0,25	0,26	0,24	0,23	0,22	0,23	0,25	2,42	0,242	120
6	Retirar pieza de dispositivo de sujeción	0,34	0,33	0,34	0,35	0,34	0,33	0,35	0,34	0,35	0,34	3,41	0,341	100
7	Soplar virutas	0,37	0,38	0,39	0,37	0,38	0,38	0,37	0,36	0,37	0,39	3,76	0,376	100
8	Colocar pieza en canasta de producto en proceso	0,15	0,14	0,16	0,14	0,13	0,14	0,15	0,14	0,14	0,16	1,45	0,145	110

**Cuadro 10. Calculo de tiempo normal con calificación del operario**

No.	ELEMENTO	PROMEDIO	FACTOR DE CALIFICACION	TIEMPO NORMAL
1	Coger pieza y sujetarla con la prensa	0,55	1	0,55
2	Coger broca y montarla en el mandril	0,36	1	0,36
3	Marcar centro del taladrado	1,986	1,1	2,184
4	Patronar bancada en el centro del taladrado	1,257	1	1,257
5	Taladrado	0,242	1,2	0,290
6	Retirar pieza de dispositivo de sujeción	0,341	1	0,341
7	Soplar virutas	0,376	1	0,376
8	Colocar pieza en canasta de producto en proceso	0,145	1,1	0,159
<b>TIEMPO NORMAL DE LA TAREA</b>				<b>5,517</b>

**Suplementos según las condiciones observadas**

Necesidades personales: 5%

Por fatiga: 4%

Por trabajar de pie: 2%

Ruido intermitente y fuerte: 2%

Demoras inevitables 10%

**Tolerancia Total = 5% + 4% + 2% + 2% + 10% = 23%**

**TIEMPO ESTANDAR (TS)**

**TS = TN x (1 + suplemento)**

**TS = 5,517 x (1 + 0,23)**

**TS = 6,785 minutos**

En el Anexo C se evidencia todo el proceso de estudio de tiempos para una pieza específica. A fin de guardar los derechos, el conocimiento técnico de la empresa y a pedido el gerente solo se presenta el estudio elaborado para una pieza específica.

De acuerdo a las tablas señaladas en la metodología, se determino el tamaño de la muestra para el estudio de cada una de las piezas con base en el tiempo de ciclo estimado en la fase división del trabajo en elementos.

En el Cuadro 11 se presentan los ciclos que tiene el proceso de fabricación de cada pieza con su tiempo estimado y la muestra correspondiente determinada por el número de ciclos recomendados por el Time Study Manual de los Eric Works en General Electric.

**Cuadro 11. Numero de observaciones tomadas para cada pieza**

<b>PIEZA</b>	<b>CICLOS</b>	<b>TIEMPO ESTIMADO DE CICLO</b>	<b>TAMAÑO DE LA MUESTRA</b>
<b>IJ1 407 613 J</b>	Corte de plantilla de papel	4,75 min.	15
	Corte del perfil	21,23 min.	5
	Cortado de la plantilla de madera	29,56 min.	5
	Corte de materia prima	8,04 min.	8
	Cortado de la pieza	15,64 min.	8
	Taladrado	20,35min.	5
	Ranurado	6,56 min.	10
	Rebabado	2,04 min.	15
<b>111 115 234 B</b>	Corte de materia prima	21,56 min.	5
	Taladrado	31,03 min.	5
	Cilindrado interior	32,65 min.	5
	Refrentado	15,34 min.	8
	Cilindrado exterior	40,25 min.	3
	Conicidad	34,87 min.	5
	Maquinado	65,23 min.	3
<b>1J0 407 255 G</b>	Corte de tela	8,54 min.	10
	Tronzado	22.06 min.	5
	Corte a 45 grados	4,32 min.	15
	Cosido	2.01 min.	15
	Planchado	5.36 min.	10
<b>1J0 457 254 G</b>	Corte de tela	8,54 min.	10
	Tronzado	22.06 min.	5
	Corte a 45 grados	4,32 min.	15
	Cosido	2.01 min.	15
	Planchado	5.36 min.	10
	Perforado	4,56 min.	15
	Remachado	5,67 min.	10
<b>1J0 312 101 C</b>	Corte de plantilla de papel	4,87 min.	15
	Corte de plantilla de madera	6,23 min.	10
	Cortado de la plantilla de madera	12,65 min.	8
	Corte de materia prima	6,89 min.	10
	Cortado de la pieza	13,67 min.	8
	Taladrado	22,34 min.	5
<b>1J0 354 101 C</b>	Corte	3,67 min.	15
	Planeado	7,89 min.	10
	Taladrado	6,23 min.	10
	Ranurado	2,34 min.	15
	Rebabado	2,01 min.	15

**Cuadro 11. (Continuación)**

<b>1J0 352 112 A</b>	Corte de material	4,84 min.	15
	Taladrado	5,56 min.	10
	Cilindrado exterior	4,23 min.	15
	Ranurado	3,65 min.	15
	Rebabado	2,09 min.	15
<b>1J0 234 101 G</b>	Refrentado	1,89 min.	20
	Cilindrado interior	3,85 min.	15
	Tronzado	2,54 min.	15
	Templado	459.8 min.	3
	Cilindrado exterior	9.56 min.	10
<b>1J0 111 233 K</b>	Corte de material	4,32 min.	15
	Taladrado	5,32 min.	10
	Tronzado	7,89 min.	10
	Roscado	12,56 min.	8
<b>1J0 113 129 B</b>	Corte de material	3,45 min.	15
	Refrentado	7,45 min.	10
	Taladrado	9,87 min.	10
	Corte longitudinal	3,56 min.	15
	Planeado	23,56 min.	5
	Taladrado	5,67 min.	10
	Roscado	6,87 min.	10
	Cilindrado exterior	3,67 min.	15
	Cilindrado exterior	4,87 min.	15
	Refrentado	6,45 min.	10
	Ranurado	23,67 min.	5
<b>1J0 124 567 B</b>	Tronzado	3,67 min.	15
	Taladrado	5,78 min.	10
	Cilindrado exterior	8.56 min.	10
	Cilindrado interior	7,87 min.	10
<b>1J0 124 567 D</b>	Corte de material	6,34 min.	10
	Planeado	4,67 min.	15
	Taladrado	7,85 min.	10
	Roscado	8,45 min.	10
	Rebabado	2,01 min.	15
<b>1J0 123 455 G</b>	Corte de material	9,45 min.	10
	Tronzado	6,45 min.	10
	Rebabado	2,34 min.	15
<b>1J0 122 455 H</b>	Taladrado	8,43 min.	10
	Tronzado	6,34 min.	10
	Cilindrado interior	4,66 min.	15
	Cilindrado exterior	8,45 min.	10

**Cuadro 11. (Continuación)**

<b>1JO 122 433 S</b>	Corte de material	5,87 min.	10
	Fresado en cavidad	4,56 min.	15
	Rebabado	0.90 min.	40
<b>1JO 244 656 D</b>	Corte de material	6,87 min.	10
	Taladrado	9,34 min.	10
	Tronzado	5,78 min.	10
	Cilindrado exterior	8,45 min.	10
<b>1JO 233 566 J</b>	Corte de material	7,45 min.	10
	Taladrado	5,75 min.	10
	Escareado	3,45 min.	15
<b>1JO 234 544 F</b>	Corte de material	12,56 min.	8
	Cepillado	15,67 min.	8
	Cortado	9,45 min.	10
<b>1JO 234 544 A</b>	Corte de material	13,87 min.	8
	Cepillado	14,56 min.	8
	Cortado	11,04 min.	8

Cuando se culmino la labor de toma de observaciones correspondientes se procedió a la elaboración de tiempos normales con la respectiva calificación impuesta durante la toma y la creación tiempos estándar de acuerdo a los suplementos que se debían tener en cuenta en cada uno de los ciclos de trabajo de acuerdo al Cuadro 1.

En la siguiente tabla se muestra el estándar de las piezas a las que se le efectuó el estudio de tiempos y movimientos, se muestra el tiempo estándar de fabricación por pieza y la capacidad en piezas por hora que se tiene trabajando al 100% de eficiencia. A partir del tiempo estándar, suma del tiempo normal más suplementos, se determino la capacidad de producción en piezas por hora de la planta.

**Cuadro 12. Resumen de tiempos estándar de las piezas**

<b>PIEZA</b>	<b>TIEMPO NORMAL</b>	<b>TIEMPO ESTANDAR</b>	<b>PIEZAS POR HORA</b>
<b>IJ1 407 613 J</b>	58,93 min. / pieza	76,54 min. / pieza	0,78 piezas
<b>111 115 234 B</b>	164,41 min. / pieza	213,52 min. / pieza	0,281 piezas
<b>1J0 407 255 G</b>	28,08 min. / pieza	36,48 min. / pieza	1,64 piezas
<b>1J0 457 254 G</b>	36,41 min. / pieza	47,29 min. / pieza	1,26 piezas
<b>1J0 312 101 C</b>	44,06 min. / pieza	57,23 min. / pieza	1,05 piezas
<b>1J0 354 101 C</b>	13,35 min. / pieza	17,34 min. / pieza	3,46 piezas
<b>1J0 352 112 A</b>	10,17 min. / pieza	13,21 min. / pieza	4,54 piezas
<b>1J0 234 101 G</b>	351,38 min. / pieza	456,34 min. / pieza	0,13 piezas
<b>1J0 111 233 K</b>	23,89 min. / pieza	31.03 min. / pieza	1,93 piezas
<b>1J0 113 129 B</b>	71,01 min. / pieza	92,23 min. / pieza	0,65 piezas
<b>1J0 124 567 B</b>	16,43 min. / pieza	21,34 min. / pieza	2,81 piezas
<b>1J0 124 567 D</b>	21,05 min. / pieza	27,34 min. / pieza	2,19 piezas
<b>1J0 123 455 G</b>	10,35 min. / pieza	13,45 min. / pieza	4,46 piezas
<b>1J0 122 455 H</b>	38,31 min. / pieza	49,76 min. / pieza	2,38 piezas
<b>1J0 122 433 S</b>	6,99 min. / pieza	9.09 min. / pieza	6,66 piezas
<b>1J0 244 656 D</b>	21,18 min. / pieza	27,34 min. / pieza	2,19 piezas
<b>1J0 233 566 J</b>	10,95 min. / pieza	14,23 min. / pieza	4,34 piezas
<b>1J0 234 544 F</b>	26,52 min. / pieza	34,45 min. / pieza	1,75 piezas
<b>1J0 234 544 A</b>	30,29 min. / pieza	39,34 min. / pieza	1,53 piezas

También se crearon tiempos estándar por pedido a fin de estimar el tiempo que debe tomar la fabricación de cualquier cantidad de estas piezas.

Este tiempo estándar por pedido se incluye en la hoja de datos principal de cada pieza. Ver anexo D.



## 8. PRESENTACIÓN DE DATOS DE ESTÁNDARES

Para poder llevar a cabo este primer proceso de estandarización de procesos de fábrica en ITC de la mejor manera posible, se dio mucha relevancia a dos puntos clave; El primero es la forma en que se van a representar los procesos de trabajo y la buena secuenciación del proceso que se va a estandarizar, el otro punto es el enfoque de estandarización que sea conveniente para el perfil metalmecánico de la empresa y que ayude a que los operarios se comprometan a ejecutar el trabajo estandarizado.

El objetivo de esta fase es dejar a la empresa el modelo de un estándar base para que se parta de el valorando el proceso en el futuro y se le agreguen sugerencias de mejora.

Es de mucha importancia recordar que estos estándares fueron elaborados después de un análisis de los métodos de trabajo aprobado por el jefe de producción y unas mejoras implantadas en los puestos de trabajo. Es decir que estos estándares representan un método más claro y menos sujeto a variables de desperdicio.

Para describir los métodos de trabajo, su lógica y su secuencia se utilizaron los principios de división del trabajo en elementos de Taylor<sup>7</sup> como una base. Pero solamente el uso de este sistema pareció inadecuado para ITC porque la flexibilidad y autonomía que han tenido sus operarios a lo largo de los años haría difícil implantar un sistema estático, estricto y encaminado a la vigilancia de las personas que no tuviera ninguna acogida en los operarios de planta. Entonces se elaboró con ellos mismos un sistema elástico y que se adapte al cambio continuo. En todo momento se asumió que es el operario el que puede aportar ideas y participar en proceso de estandarización. Este enfoque también facilitaría en gran medida la acogida del estándar en el momento que se vaya a efectuar la implementación.

En esta fase se va a desarrollar el diseño y la documentación de los estándares para los procesos en la fábrica y los indicadores de proceso, documentando la secuencia de trabajos, tiempos, materiales, herramientas y condiciones de seguridad. Con respecto a la elaboración de piezas se elaboro un diseño el proceso de manufactura que se presenta a continuación.

---

<sup>7</sup> Ibíd., p. 26.

## **8.1 DISEÑO DEL PROCESO DE MANUFACTURA**

El diseño de proceso de manufactura es una representación en síntesis de las actividades de producción que se necesitan para fabricar una pieza. El objetivo es proporcionar herramientas claras y completas donde se visualice toda la secuencia de acontecimientos en la fabricación de una pieza. Teniendo en cuenta todas las características, variables de proceso y lenguaje estandarizado en metalmecánica para proveer conocimiento técnico a los operarios.

El diseño de proceso de manufactura será aplicado a todas las piezas escogidas para este análisis de tiempos y movimientos. Pero para mantener la confidencialidad de los procesos productivos de la empresa a pedido de la gerencia solo se mostrara el proceso completo para una de las piezas del estudio en la parte de anexos.

El proceso de manufactura implantado por ITC reúne tres herramientas que son esenciales en una buena documentación de procesos de mecanizado por arranque de viruta. Estas herramientas son el diagrama de flujo de proceso, la hoja de operaciones y la hoja de fabricación que se explican en más detalle a continuación.

**8.1.1 Diagrama de flujo de proceso.** Representa gráficamente todas las actividades que se realizan durante la elaboración de la pieza, es decir, visualiza operaciones, inspecciones, transportes, almacenajes y demoras. Este formato fue aplicado para recolección de información acerca del método de fabricación de las piezas en la planta. Pero ahora su objetivo es el de ser un instructivo que representa todas las operaciones necesarias que deben hacerse al momento de la fabricación de una pieza específica.

Todas las actividades que se presentan en este estándar ya fueron identificadas como indispensables del proceso productivo y el tiempo de fabricación es la suma de los tiempos estándar de todos los ciclos implicados en la fabricación de esta pieza.

En el Anexo F se muestra el diagrama de flujo de proceso estándar para una pieza específica.

**8.1.2 Hoja de operaciones.** Esta hoja tiene como objetivo mostrar todas las operaciones que conllevan una transformación en la pieza tanto características como elementos que se necesitan en estas operaciones.

Esta hoja de operaciones tiene todos los elementos que se deben tener en cuenta en una operación de mecanizado de una pieza. Como son maquinaria, herramientas, dispositivo de sujeción, tipo de taller, instrumentos de medición y tiempo estándar de la operación.

En el Anexo G se muestra la hoja de operaciones estándar para una pieza específica.

**8.1.3 Hoja de fabricación.** La hoja de fabricación es como un manual ilustrado donde se puede visualizar cada una de las operaciones de transformación de la pieza. Contiene parámetros tecnológicos definidos para cada operación que se realice en una maquina herramienta.

En esta hoja también se desglosan los tiempos de ciclo o también llamados tiempos de fabricación en tres tipos que son tiempo de mecanizado, tiempos de alistamiento y tiempo de preparación.

El tiempo de mecanizado es el que utiliza la maquina para desprender la viruta y la pieza adquiera la forma requerida.

Tiempo de alistamiento es el tiempo que el operario requiere para hacer que la maquina funcione, montar la pieza, marcado de la pieza, lectura de planos, volteo de las piezas y montajes.

Tiempo de preparación es el que el operario utiliza preparando los utensilios necesarios para el mecanizado de la pieza. Como traer herramientas y portaherramientas.

La hoja de fabricación también contiene una imagen que explica gráficamente cual es el tipo de operación que se esta efectuando y cuales son los elementos que intervienen en ella.

En el Anexo H se muestra la hoja de fabricación estándar para una pieza específica.

La estandarización de procesos de fabrica que se llevo a cabo en la empresa proveyó buenos y claros instructivos de fabricación para casi todas las piezas contempladas en proyecto. Es decir ITC Ingeniería de plásticos industriales ya cuenta con la herramienta necesaria para estandarizar sus procesos de fábrica para las piezas de mayor incidencia.

La implementación de estas herramientas les permite eliminar la variabilidad en sus procesos, asegurar siempre los mismos resultados, optimizar y generalizar el uso de material, maquinaria y herramienta. También el aseguramiento de la calidad del producto y acondicionar los sistemas de manera que la mejora continua sea implementada. Este proceso de estandarización continuará indefinidamente después de este proyecto hasta que se hayan estandarizado los procesos de fabricación de todas las piezas que se fabrican en la empresa

En el siguiente Cuadro se muestra el progreso real de la creación de los estándares hasta la fecha.

**Cuadro 13. Progreso hasta la fecha del proceso de estandarización**

<b>PIEZA</b>	<b>ESTUDIO DE TIEMPOS</b>	<b>DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO</b>	<b>HOJA DE OPERACIONES</b>	<b>HOJA DE FABRICACION</b>
<b>IJ1 407 613 J</b>	X	X	X	X
<b>111 115 234 B</b>	X	X	X	
<b>1J0 407 255 G</b>	X	X	X	X
<b>1J0 457 254 G</b>	X	X	X	X
<b>1J0 312 101 C</b>	X	X		
<b>1J0 354 101 C</b>	X	X		
<b>1J0 352 112 A</b>	X	X		
<b>1J0 234 101 G</b>	X	X	X	X
<b>1J0 111 233 K</b>	X	X		
<b>1J0 113 129 B</b>	X	X	X	X
<b>1J0 124 567 B</b>	X	X	X	X
<b>1J0 124 567 D</b>	X	X	X	X
<b>1J0 123 455 G</b>	X	X	X	X
<b>1J0 122 455 H</b>	X	X	X	X
<b>1J0 122 433 S</b>	X	X	X	X
<b>1J0 244 656 D</b>	X			
<b>1J0 233 566 J</b>	X			
<b>1J0 234 544 F</b>	X			
<b>1J0 234 544 A</b>	X	X	X	X

## **8.2 INSTRUCTIVOS Y PROCEDIMIENTOS**

Para que los procesos de fábrica quedarán estandarizados además de generar instructivos para la fabricación de los productos. Se crearon instructivos operación de todas las máquinas de la planta y también crearon procedimientos de todas las operaciones que se realizan en dicha maquinaria.

**8.2.1 Instructivos de operación de la maquinaria.** El objetivo fue establecer instructivos para definir los pasos a seguir en la operación de las máquinas (Ver Anexo J). Estos instructivos definen objetivos, alcances, responsabilidades, medidas de seguridad en dicha máquina, definiciones, instrucciones de puesta a punto e instrucciones de puesta en marcha y parada. Lo que representa para el operario nuevo o antiguo un método preciso y adecuado para operar la máquina.

**8.2.2 Procedimientos de operación.** El objetivo consistió en establecer un procedimiento para describir los procesos generales de torneado (Ver Anexo I), fresado, cortado, taladrado, cepillado y aserrado. Estos procedimientos aplican para las operaciones que se presentan en los instructivos de fabricación de las piezas que se elaboraron con el diseño del proceso de manufactura. Estos procedimientos contienen los pasos que debe hacer el operario si se va a efectuar una de estas operaciones, también define responsables y aspectos de seguridad ocupacional tales como seguridad personal, seguridad en puesto de trabajo y seguridad de herramientas.

El procedimiento también define los elementos o útiles necesarios cuando se quiere llevar a cabo una operación de dicho proceso.

## **8.3 IMPLEMENTACION DE ESTANDARES**

La implementación de los estándares debe hacerse como un proceso gradual en el cual se debe concienciar al operario de la importancia de la estandarización de procesos.

En ITC se elaboró un manual de instructivos y procedimientos que quedó en la planta abierto para consulta de todos los operarios. Este libro contiene los instructivos de puesta a punto y puesta en marcha de todas las máquinas, procedimientos para la correcta realización de todas las operaciones que se realizan en el taller e instructivos de fabricación de cada una de las piezas que

fueron objeto del estudio de tiempos y movimientos. Este libro va a proveer el lineamiento que los operarios deben seguir de hoy en adelante para asegurar un método de trabajo estándar para las piezas implementadas.

Se efectuarán modificaciones a todas las órdenes de trabajo de la empresa para poder incluirles el método estándar de fabricación de cada pieza y hacer más fácil que los operarios se habitúen al trabajo estandarizado. Las órdenes de trabajo también van a ser llenadas con información real de trabajo con respecto al tiempo que demora cada operación en una secuencia consecuente con la que se planteó en el estándar. Es decir que las operaciones de mecanizado y verificación que se realizan en cada pieza ya van incluidas en cada orden de trabajo. El operario solo debe llenar el tiempo real que demora en su operación para efectos de reajuste de los tiempos estándar y medición de la productividad.

El manual de instructivos y procedimientos también incluye las instrucciones de puesta a punto y puesta en marcha que proveen los pasos exactos que se deben hacer para el correcto encendido y accionamiento de cada una de las máquinas de la empresa evitando daños en estas por una mala manipulación.

Los procedimientos de operaciones de torneado, fresado, cortado, cepillado, taladrado y aserrado, proveen a los operarios de información clave para la ejecución de todas las operaciones de mecanizado. También incluyen tres aspectos de seguridad enfocados al personal, máquinas y herramientas.

La idea de la empresa es que la estandarización de procesos de fábrica no solo sea un hecho para las veinte piezas escogidas en este proyecto si no que sea un hecho para todas las piezas que se fabrican actualmente en la empresa para obtener que todo el trabajo que se realiza sea estandarizado y proveer siempre las mismas características de calidad en sus productos.

## 9. PRODUCTIVIDAD

El futuro y crecimiento de una empresa esta basado en el manejo de la productividad de los operarios. El objetivo del manejo de personal es conseguir la mayor productividad posible sin sacrificar calidad, el buen servicio o la capacidad de respuesta.

Con el fin de medir el progreso de la productividad se procedió a la creación de indicadores acordes con el proceso productivo de la empresa para poner un punto de comparación. También se aplico un indicador de eficiencia a cada una de las piezas que se efectuó en el estudio de tiempos.

Estos indicadores serán los que se utilizaran en adelante para la medición de la productividad en la empresa. Cabe aclarar que en este proyecto solo se procedió a la creación de los indicadores, mas no a la medición de la productividad de la empresa.

En el Cuadro 14 se presentan los indicadores de productividad e indicadores de proceso para la empresa con algunos datos ficticios para esclarecer su utilización en el futuro

**Cuadro 14. Indicadores de gestión departamento de producción**

Nombre del indicador	Formula de calculo			
Índice de productividad total	$\frac{Ventas}{CostosTotales}$	Ventas \$36.954.748	Costos Totales \$19.339.186	Total 1,91
Índice de productividad operativa	$\frac{Totalproducido}{CostosDe Pr oduccion}$	Total producido \$42,986,323	Costos de producción \$11,633,186	3,69
Productividad de mano de obra	$\frac{TotalFacturado}{HorasTrabajadasXHoraHombre}$	Ventas \$36.954.748	Horas X costo \$4,567,432	8,09
Índice de rechazos	$\frac{ValorDevoluciones}{TotalPr oducido}$	Total producido \$42,986,323	Valor Devolución \$546,789	0,01
Paradas promedio de maquina	$\frac{HorasParadis}{HorasTrabajadas}$	Horas Trabajadas 68	Horas Paradas 7	0.1

**Cuadro 15. Significado de los indicadores de productividad**

<b>INDICADOR</b>	<b>SIGNIFICADO E IMPORTANCIA</b>
Índice de productividad total	Las medidas de productividad establecen la relación entre los bienes producidos y los recursos involucrados en la producción. En este caso se relacionan las ventas totales y los costos totales que representan este concepto en términos monetarios. Este indicador es muy importante si se desea conocer la productividad de toda la empresa a través del tiempo.
Índice de productividad operativa.	Establece la relación entre los bienes producidos y los recursos involucrados en la producción pero solo contemplando el área de producción en términos de dinero. Este indicador mide como ha sido la utilización de recursos en la planta.
Productividad de mano de obra	Para una empresa es definitivo cuantificar los costos y su evolución como el de la mano de obra. Este indicador permite monitorear como influye el costo de la mano de obra con respecto a los ingresos que tiene la empresa.
Índice de rechazos	Este es un indicador de calidad y servicio. Mide el porcentaje de unidades rechazadas en términos del dinero que se ha perdido por estas devoluciones.
Promedio de paradas de maquina	Este indicador establece una relación entre o capacidad instalada disponible de un recurso y la capacidad utilizada. En este caso la capacidad disponible son las horas de trabajo de la maquina en relación con las horas que no estuvo disponible.

La productividad de una empresa de producción heterogénea como ITC en relación a la producción obtenida en todos los pedidos sobre el número de horas hombre trabajadas en un periodo de tiempo determinado.

También se crearon diferentes indicadores para la medición de la productividad en diferentes áreas de la empresa.

A continuación se presenta el índice para medir la eficiencia en el proceso productivo.



## 9.1 INDICE PARA MEDIR LA EFICIENCIA

El tiempo de proceso, mide la duración de una actividad desde su inicio hasta su finalización. Por ejemplo, el tiempo de fabricación mide el tiempo desde que se comienza la elaboración de un producido hasta su finalización. Con el fin de tener un indicador confiable del tiempo de proceso en el taller se definió este indicador.

$$\text{EFICIENCIA} = 100 \times (\text{Tiempo Real} / \text{Tiempo estándar})$$

Este indicador permite medir la eficiencia del taller.

El tiempo real es medido en un periodo de tiempo definido (día, mes, semana, año). Esta información será registrada directamente por los operarios en las órdenes de trabajo que van con cada pedido de producción.

El tiempo estándar es el que sirve de referencia con la empresa trabajando al 100%, dato que se obtuvo con el estudio de tiempos.

## 10. CONCLUSIONES

- La decisión de implementar mejoras en los métodos de trabajo y estandarización de procesos son herramientas que toda empresa debe tener si desea lograr un nivel de competitividad mundial. Estas herramientas permiten conocer, mejorar y medir los procesos productivos que se llevan a cabo en la empresa para poder estar al tanto del progreso de la productividad. La estandarización de procesos afirma un método de trabajo base que permite mejorar el uso de los recursos, mejorando calidad y obteniendo siempre los mismos resultados. La primera estandarización de procesos que se lleva a cabo en una empresa abre la puerta para que se introduzca la mejora continua además de constatar el espíritu competitivo de la empresa que siempre esta buscando mejorar.
- El estudio de tiempos y movimientos además de ser la herramienta que permitió la mejora en los procesos, proveyó mucho conocimiento técnico y también una base para medir el desempeño de los procesos productivos que realizan en la planta.
- Se diagnostico el proceso de elaboración de las piezas seleccionadas con base a la experiencia de los operarios más experimentados y al tiempo de observación durante mi práctica en la empresa.
- La identificación de desperdicios en el proceso es fundamental si se desea proponer soluciones de mejora eficientes que ataquen el problema de raíz para poder estandarizar métodos de trabajo correctos que proporcionen eficiencia productividad.
- Se propuso una distribución en planta óptima que podría reducir los tiempos de fabricación, además de imponer un ambiente óptimo para que cada operario mejore su trabajo.
- La propuesta de un método mejorado de trabajo permite sentar una base inicial en donde la empresa puede apoyarse si quiere examinar su forma de trabajo y mejorar a partir de el. También permite encontrar fácilmente situaciones de ineficiencia en la forma de trabajo de sus operarios por que se evidencian rápidamente las actividades que no están generando valor y se puede actuar oportunamente.
- Se proporciono un ambiente de trabajo mejor en la planta con la implementación del principio de las 5s, en aspectos de seguridad industrial tales como proveer de implementación de seguridad a cada operario. Además de las consideraciones de seguridad que se anexaron a cada procedimiento en instructivo que se elaboró.

- Con el estudio de tiempos y movimientos se podrá hacer la planeación de la producción para las piezas estudiadas con base al tiempo estándar del pedido y de esta manera estar concientes de los tiempos de entrega óptimos.
- Se estandarizo el proceso de fabricación de las piezas, soportándose en los métodos actuales de trabajo para cada pieza específica para recolectar información y aplicar a los diagramas de flujo de proceso, con esta herramienta se mejoro la visión del proceso de forma continua y secuencia lógica.
- La primera estandarización de procesos permite observar la situación inicial de la empresa, es el punto de partida para cualquier iniciativa de mejora. Ayuda a aprender a observar los procesos de la empresa, establecer puntos para enfocar la vista, establecer indicadores para poder medir la mejora; también sirve de herramienta para detectar más desperdicios del proceso y que ruta tomar cuando se quieran implementar nuevas mejoras.
- Se documentaron todos los procesos de fabrica que se realizan y procedimientos para el buen manejo de la maquinaria, que antes solo eran conocidos por el operario que manejaba dicha maquina o efectuaba dicho procedimiento.
- La empresa debe definir los aspectos relacionados con el mantenimiento preventivo de la maquinaria del área de producción, como tornos y fresas. De tal forma que en un futuro no se interrumpan las labores de mecanizado.
- Con las mejoras propuestas en este proyecto en promedio se redujo un 29.7% el tiempo de fabricación de las veinte piezas que se incluyeron en el estudio de tiempos y movimientos. Y aunque no se tengan cifras exactas es seguro que se redujo el tiempo de fabricación para los otros productos que se elaboran en la empresa.

## 11. RECOMENDACIONES

Una recomendación importante para ITC es que no se debe caer el error de ver la estandarización de procesos como una solución puntual de un problema. Más bien debe verse como una filosofía empresarial y se debe tratar de aplicar el estudio y la medición del trabajo para todas las piezas que se fabriquen frecuentemente en la empresa si es que se desea llegar a ser mucho mas productivos.

- Es necesaria la elaboración de un programa de planificación de la producción basado en el estudio de tiempos para mejorar el control de los procesos de fabrica y poder efectuar un cargue de línea mas eficiente.
- Se debe implementar en su totalidad la distribución en planta propuesta, si se desea ser más productivos, ya en la medida que se reduzcan los tiempos de fabricación, la empresa estará en capacidad de cubrir su demanda más rápidamente.
- Se debe hacer una inducción a los operarios para que adquieran y se adecuen al trabajo estandarizado y hacerles caer en cuenta que los estándares fueron creados con la ayuda de ellos mismos.
- Se recomienda señalar toda el área de la planta con carteles enfocados a la seguridad de los trabajadores, además instruir al personal en aspectos de seguridad ya que en mi estadía en la empresa ninguno demostró preocupación por condiciones inseguras que eran evidentes.
- Es necesario implementar un sistema de estanterías para las laminas de materia prima para evitar operaciones innecesarias donde se pierde mucho tiempo además de eliminar cargas físicas considerables a las que están expuestos los operarios al reubicar estos materiales. (Ver Anexo K)
- Se deben adquirir estanterías móviles para mejorar el transporte del producto en proceso dentro del taller y evitar a toda costa los transportes de piezas manuales que son totalmente ineficientes. También se deben ubicar áreas específicas para la organización del producto en proceso ya que sin estas no es posible garantizar el seguimiento de los productos en medio de la fabricación
- Es recomendable mejorar el aspecto ergonómico del trabajo en la planta ya que se detectaron condiciones poco favorables lo que disminuye la eficiencia de los operarios y son menos son productivos, utilizando elementos ergonómicos en las áreas donde se puedan implementar con el uso de métodos como el L.E.S.T o el U.R.N.R.

- Es necesario fomentar disciplina para que los operarios se ocupen de mantener vigente el principio de las 5s y que este no se olvide con el tiempo.
- Se debe crear un procedimiento para el manejo de los retales (sobrantes de láminas) ya que hay una acumulación excesiva de este debido a su mal manejo. Este material debe utilizarse en lo más posible y evitar a toda costa la compra de láminas nuevas que son muy costosas.
- Realizar reuniones con todos los miembros de cada departamento, para que el conocimiento se disperse por todas las áreas de la empresa y que cada uno de los empleados estén al tanto que deben cumplirse los procedimientos de la empresa.
- Continuar con este trabajo de mejoramiento de forma indefinida y tener en cuenta la automatización de procesos como optimizar la utilización de las máquinas de control numérico por computador CNC.
- Se hace necesario renovar muchos elementos de trabajo como escritorios, sillas y cajones. También se deben adquirir nuevos elementos como se muestra en la distribución en planta propuesta.

## BIBLIOGRAFIA

BARNES, Ralph M, Estudio de tiempos y movimientos, Edición 10, Madrid Editorial Española, 1972.

NIEVEL, FREIDVALS, Ingeniería industrial, Métodos, Estándares y Diseño del trabajo, México D.F., Alfaomega, 2001,

GRANT IRESON, W; GRANT Eugene. Biblioteca de ingeniería industrial. Estudio de movimientos y tiempos. 2.ed. Mexico: Continental 1982. 296 p.

Ingeniería de métodos [en línea]. Estudio del trabajo (Huacho Perú). Universidad nacional José Faustino Sánchez Carrión. 2004. [consultado el 26 de octubre de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.scribd.com/doc/274023/Ingenieria-de-metodos>

OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO. Introducción de estudio del trabajo 4 ed. Ginebra: Limusa, 2001. 522p.

OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO. Introducción de estudio del trabajo 2 ed. Ginebra: Couleurs Weber, 1973. 548p.

Gestión de calidad [en línea]. México DF.: Mario Majano. 2003. [consultado el 4 de diciembre de 2008]. Disponible en Internet: <http://sitioweb.itca.edu.sv/sitio2007/itcalidad05/0910/calidad.htm>

Resumen de organización industrial Capitulo 7 [en línea]: Estudio de tiempos de trabajo. (Manizales): Universidad Nacional, 2003 [consultado el 2 de diciembre de 2008] Disponible en Internet [http://www.gestiopolis.com/Trabajo\\_administracion/](http://www.gestiopolis.com/Trabajo_administracion/)

CASTRO, Adrian Productividad [en línea]. 2004, [consultado el 4 de diciembre de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.monografias.com/trabajos6/prod/prod.shtml>

ICONTEC. Norma técnica Colombiana NTC 1486: Documentación, presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. Segunda actualización. Santa fe de bogota. 2002.

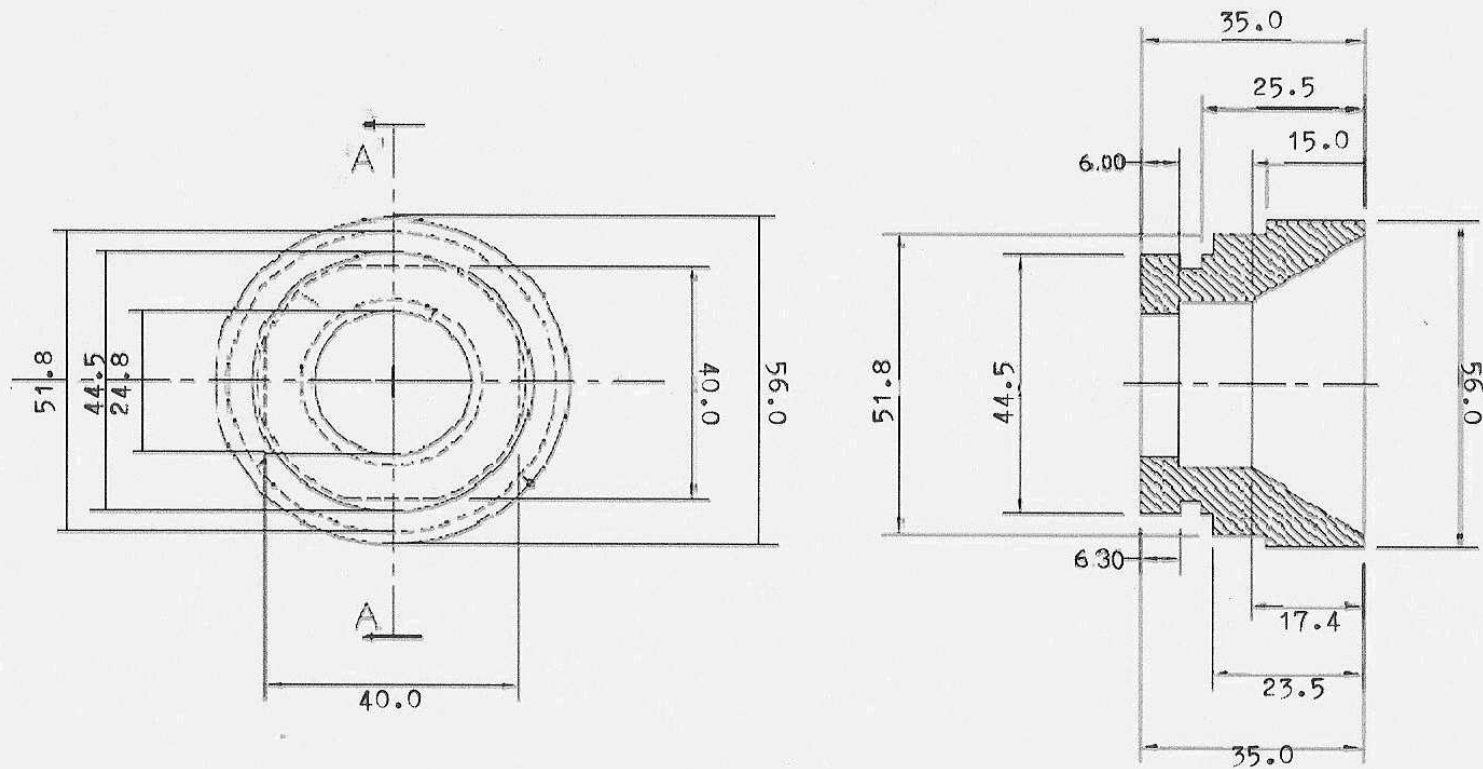
## **ANEXOS**

### Anexo A. Cronometro utilizado en el estudio






# Anexo B. Plano de la pieza 1J0 312 101 C



NOTAS:  
- DIMENSIONES EN MILIMETROS.

 <p>INDUSTRIALIZACIONES Y CONSTRUCCIONES S.A.</p>	<p>CONGO S.A.</p>	<p>CLIENTE COCA COLA</p>	<p>PLANO No. 0874</p>
<p>DISEÑO : DPTO DISEÑO</p>	<p>FECHA : DIC/22/08</p>	<p>DESIGNACION : TULIPA</p>	
<p>ESCALA : 1=1</p>	<p>MATERIAL : ACETAL</p>		

## Anexo C. Hoja de observaciones y resultados de estudio de tiempos para pieza 1J0 312 101 C

### HOJA DE OBSERVACIONES



**Pieza en estudio:** 1J0 312 101 C  
**Turno:** Diurno  
**Hoja No.** 12












No	ELEMENTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	TOTAL	PROM.	CALIFIC.	T. NORM.	T.Est.
1	Buscar barra de acetal negro de 3"	0,81	0,61	0,71	0,93	0,88	0,74	0,58	0,66	0,68	0,82	0,65	0,81	0,66	0,75	0,75	11,043	0,736	1	0,736	0,906
2	Sujetar barra manualmente	0,57	0,37	0,47	0,69	0,64	0,5	0,34	0,42	0,44	0,58	0,41	0,57	0,42	0,51	0,51	7,4432	0,496	1	0,496	0,61
3	Transporte de barra a torno	0,47	0,27	0,37	0,59	0,54	0,4	0,24	0,32	0,34	0,48	0,31	0,47	0,32	0,41	0,41	5,9432	0,396	1	0,396	0,487
4	Pasar barra de acetal por el cabezal fijo del torno	0,86	0,66	0,76	0,98	0,93	0,79	0,63	0,71	0,73	0,87	0,7	0,86	0,71	0,8	0,8	11,793	0,786	1	0,786	0,967
5	Sujetar barra de acetal con la copa de 3 mordazas interiores	0,55	0,35	0,45	0,67	0,62	0,48	0,32	0,4	0,42	0,56	0,39	0,55	0,4	0,49	0,49	7,1432	0,476	1,1	0,524	0,644
6	Sujetar mandril broquero	0,35	0,15	0,25	0,47	0,42	0,28	0,12	0,2	0,22	0,36	0,19	0,35	0,2	0,29	0,29	4,1432	0,276	1	0,276	0,34
7	Montar mandril en el cabezal móvil	0,79	0,59	0,69	0,91	0,86	0,72	0,56	0,64	0,66	0,8	0,63	0,79	0,64	0,73	0,73	10,743	0,716	1	0,716	0,881
8	Sujetar broca de 20/5"	0,43	0,23	0,33	0,55	0,5	0,36	0,2	0,28	0,3	0,44	0,27	0,43	0,28	0,37	0,37	5,3432	0,356	1	0,356	0,438
9	Montar broca de 20/5"	0,59	0,39	0,49	0,71	0,66	0,52	0,36	0,44	0,46	0,6	0,43	0,59	0,44	0,53	0,53	7,7432	0,516	1,1	0,568	0,698
10	Cuadrar RPM de la maquina	0,55	0,35	0,45	0,67	0,62	0,48	0,32	0,4	0,42	0,56	0,39	0,55	0,4	0,49	0,49	7,1432	0,476	1,2	0,571	0,703
11	Taladrado	1,25	1,05	1,15	1,37	1,32	1,18	1,02	1,1	1,12	1,26	1,09	1,25	1,1	1,19	1,19	17,643	1,176	1,1	1,294	1,591
12	Soplar virutas	0,37	0,17	0,27	0,49	0,44	0,3	0,14	0,22	0,24	0,38	0,21	0,37	0,22	0,31	0,31	4,4432	0,296	1	0,296	0,364
13	Retirar cabezal móvil	0,46	0,26	0,36	0,58	0,53	0,39	0,23	0,31	0,33	0,47	0,3	0,46	0,31	0,4	0,4	5,7932	0,386	1	0,386	0,475
14	Desmontar broca de 20/5	0,47	0,27	0,37	0,59	0,54	0,4	0,24	0,32	0,34	0,48	0,31	0,47	0,32	0,41	0,41	5,9432	0,396	1	0,396	0,487
15	Sujetar buril de tronzar	0,57	0,37	0,47	0,69	0,64	0,5	0,34	0,42	0,44	0,58	0,41	0,57	0,42	0,51	0,51	7,4432	0,496	1	0,496	0,61
16	Montar buril de tronzar en torre portaherramientas	1,31	1,11	1,21	1,43	1,38	1,24	1,08	1,16	1,18	1,32	1,15	1,31	1,16	1,25	1,25	18,543	1,236	1	1,236	1,521
17	Patronar carro longitudinal a la longitud requerida	0,8	0,6	0,7	0,92	0,87	0,73	0,57	0,65	0,67	0,81	0,64	0,8	0,65	0,74	0,74	10,893	0,726	1,1	0,799	0,983
18	Cuadrar RPM de la maquina	0,55	0,35	0,45	0,67	0,62	0,48	0,32	0,4	0,42	0,56	0,39	0,55	0,4	0,49	0,49	7,1432	0,476	1,2	0,571	0,703
19	Tronzado	1,46	1,26	1,36	1,58	1,53	1,39	1,23	1,31	1,33	1,47	1,3	1,46	1,31	1,4	1,4	20,793	1,386	1,1	1,525	1,876
20	Soplar virutas	0,38	0,18	0,28	0,5	0,45	0,31	0,15	0,23	0,25	0,39	0,22	0,38	0,23	0,32	0,32	4,5932	0,306	1	0,306	0,377
21	Sujetar calibrador	0,36	0,16	0,26	0,48	0,43	0,29	0,13	0,21	0,23	0,37	0,2	0,36	0,21	0,3	0,3	4,2932	0,286	1	0,286	0,352
22	Inspeccion de la longitud de la pieza	0,68	0,48	0,58	0,8	0,75	0,61	0,45	0,53	0,55	0,69	0,52	0,68	0,53	0,62	0,62	9,0932	0,606	1	0,606	0,746
23	Desmontar buril de tronzado	0,46	0,26	0,36	0,58	0,53	0,39	0,23	0,31	0,33	0,47	0,3	0,46	0,31	0,4	0,4	5,7932	0,386	1	0,386	0,475
24	Montar tope metalico para sujecion de la pieza	2,21	2,01	2,11	2,33	2,28	2,14	1,98	2,06	2,08	2,22	2,05	2,21	2,06	2,15	2,15	32,043	2,136	1,1	2,35	2,89
25	Sujetar buril de acero rapido	0,47	0,27	0,37	0,59	0,54	0,4	0,24	0,32	0,34	0,48	0,31	0,47	0,32	0,41	0,41	5,9432	0,396	1	0,396	0,487
26	Montar buril de acero rapido para exterior en torre portaherramientas	1,27	1,07	1,17	1,39	1,34	1,2	1,04	1,12	1,14	1,28	1,11	1,27	1,12	1,21	1,21	17,943	1,196	1	1,196	1,471
27	Sujetar mandril conico	0,57	0,37	0,47	0,69	0,64	0,5	0,34	0,42	0,44	0,58	0,41	0,57	0,42	0,51	0,51	7,4432	0,496	1	0,496	0,61
28	Montar mandril conico en el cabezal móvil	1,25	1,05	1,15	1,37	1,32	1,18	1,02	1,1	1,12	1,26	1,09	1,25	1,1	1,19	1,19	17,643	1,176	1	1,176	1,447
29	Presionar pieza entre el tope metalico y el mandril conico	3,15	2,95	3,05	3,27	3,22	3,08	2,92	3	3,02	3,16	2,99	3,15	3	3,09	3,09	46,143	3,076	1,2	3,691	4,54
30	Cuadrar RPM de la maquina	0,55	0,35	0,45	0,67	0,62	0,48	0,32	0,4	0,42	0,56	0,39	0,55	0,4	0,49	0,49	7,1432	0,476	1	0,476	0,586
31	Cilindrado exterior	2,79	2,59	2,69	2,91	2,86	2,72	2,56	2,64	2,66	2,8	2,63	2,79	2,64	2,73	2,73	40,743	2,716	1	2,716	3,341
32	Sujetar calibrador	0,46	0,26	0,36	0,58	0,53	0,39	0,23	0,31	0,33	0,47	0,3	0,46	0,31	0,4	0,4	5,7932	0,386	1	0,386	0,475
33	Inspeccion de las medidas exteriores de la pieza	1,27	1,07	1,17	1,39	1,34	1,2	1,04	1,12	1,14	1,28	1,11	1,27	1,12	1,21	1,21	17,943	1,196	1	1,196	1,471

34	Desmontar buril de acero rapido para exteriores	0,46	0,26	0,36	0,58	0,53	0,39	0,23	0,31	0,33	0,47	0,3	0,46	0,31	0,4	0,4	5,7932	0,386	1	0,386	0,475		
35	Soplar virutas	0,47	0,27	0,37	0,59	0,54	0,4	0,24	0,32	0,34	0,48	0,31	0,47	0,32	0,41	0,41	5,9432	0,396	1	0,396	0,487		
36	Montar buril de acero rapido para interiores en torre portaheramientas	1,3	1,1	1,2	1,42	1,37	1,23	1,07	1,15	1,17	1,31	1,14	1,3	1,15	1,24	1,24	18,393	1,226	1,1	1,349	1,659		
37	Desmontar tope metalico	0,46	0,26	0,36	0,58	0,53	0,39	0,23	0,31	0,33	0,47	0,3	0,46	0,31	0,4	0,4	5,7932	0,386	1	0,386	0,475		
38	Sujetar pieza con la copa de 3 mordazas interiores	1,12	0,92	1,02	1,24	1,19	1,05	0,89	0,97	0,99	1,13	0,96	1,12	0,97	1,06	1,06	15,693	1,046	1	1,046	1,287		
39	Cilindrado interior	3,1	2,9	3	3,22	3,17	3,03	2,87	2,95	2,97	3,11	2,94	3,1	2,95	3,04	3,04	45,393	3,026	1	3,026	3,722		
40	Sujetar calibrador	0,47	0,27	0,37	0,59	0,54	0,4	0,24	0,32	0,34	0,48	0,31	0,47	0,32	0,41	0,41	5,9432	0,396	1	0,396	0,487		
41	Inspeccion	2,21	2,01	2,11	2,33	2,28	2,14	1,98	2,06	2,08	2,22	2,05	2,21	2,06	2,15	2,15	32,043	2,136	1	2,136	2,628		
42	Soplar virutas	0,47	0,27	0,37	0,59	0,54	0,4	0,24	0,32	0,34	0,48	0,31	0,47	0,32	0,41	0,41	5,9432	0,396	1	0,396	0,487		
43	Pedir al jefe de produccion inserto de caucho	0,93	0,73	0,83	1,05	1	0,86	0,7	0,78	0,8	0,94	0,77	0,93	0,78	0,87	0,87	12,843	0,856	1	0,856	1,053		
44	Probar inserto de caucho en la tulipa	1,46	1,26	1,36	1,58	1,53	1,39	1,23	1,31	1,33	1,47	1,3	1,46	1,31	1,4	1,4	20,793	1,386	1	1,386	1,705		
45	A la canastilla de producto de en proceso	0,68	0,48	0,58	0,8	0,75	0,61	0,45	0,53	0,55	0,69	0,52	0,68	0,53	0,62	0,62	9,0932	0,606	1	0,606	0,746		
																	TIEMPO NORMAL DE LA PIEZ					40,46	49,77
SUPLEMENTOS																							
Necesidades personales: 5%																							
Por fatiga: 4%																							
Por trabajar de pie: 2%																							
Ruido intermitente y fuerte: 2%																							
Demoras inevitables 10%																							
Tolerancia Total = 5% + 4% + 2% + 2% + 10% = 23%																							
TIEMPO ESTANDAR																							
TS = TN x (1 + suplemento)																							
49,76525126																							

**Anexo D. Hoja de datos principal para la pieza 1J0 312 101 C**

 <p><b>1J0 312 101 C</b></p>							
							
<b>PROPOSITO</b>							
Establecer los lineamientos, variables e instrucciones especificas en el proceso de fabricacion de la Tulipa KHS							
<b>RESPONSABLE</b>							
Jefe de produccion							
Operarios de maquina							
<b>RECURSOS</b>							
Torno horizontal CBT CS6266C							
Torno horizontal automatico AS360/1000							
<b>MATERIALES</b>							
ACETAL (Oxido de metileno)							
<b>TIEMPO ESTANDAR DEL PEDIDO = 49,76 + [10,53x(NUMERO DE UNIDADES - 1)]</b>							

### Anexo E. Diagrama de flujo de proceso para la pieza 1J0 312 101 C (Actual)

DIAGRAMA DE FLUJO DE PIEZA (METODO ACTUAL)							
							
Tulipa KHS	Plano No: 0874	Resumen:	No	ACTUAL			
Conjunto: NO	Fecha: Noviembre 2008	 OPERACIÓN	43	56,08			
Responsable:	Tiempo de manufactura:	 TRANSPORTE	3	2,13			
	HORAS:	 INSPECCION	4	6,16			
	MIN: 83,09	 DEMORAS	1	17,54			
		 ALMACENAMIENTO	1	0,75			
No	DISTANCIA (mts)	TIEMPO (min)	PROCESO			DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	
							
1	0	0,91					Buscar barra de acetal negro de 3"
2	0	0,61					Sujetar barra manualmente
3	6	0,49					Transporte de barra a torno
4	0	0,97					Pasar barra de acetal por el cabezal fijo del torno
5	0	0,64					Sujetar barra de acetal con la copa de 3 mordazas interiores
6	8	1,21					Traer cuchilla para tronzar
7	0	0,34					Sujetar mandril broquero
8	0	0,88					Montar mandril en el cabezal movil
9	0	0,44					Sujetar broca de 20/5"
10	0	0,70					Montar broca de 20/5"
11	0	0,70					Cuadrar RPM de la maquina
12	0	5,08					Afilas broca
13	0	1,59					Taladrado
14	0	0,36					Soplar virutas
15	0	0,48					Retirar cabezal movil
16	0	0,49					Sujetar buril de tronzar

17	0	0,61	↓					Montar buril de tronzar en torre portaherramientas
18	0	1,52	↓					Patronar carro longitudinal a la longitud requerida
19	0	0,98	↓					Cuadrar RPM de la maquina
20	0	0,70	↓					Tronzado
21	0	17,54	↓					Ajuste de cabezal del torno
22	0	1,88	↓					Soplar virutas
23	0	0,38	↓					Sujetar calibrador
24	0	0,35	↓					Inspeccion de la longitudud de la pieza
25	0	0,75	↓					Desmontar buril de tronzado
26	0	0,48	↓					Desmontar broca de 20/5
27	0	2,89	↓					Montar tope metalico para sujecion de la pieza
28	0	0,49	↓					Sujetar buril de acero rapido
29	0	1,47	↓					Montar buril de acero rapido para exterior en torre portaherramientas
30	0	0,61	↓					Sujetar mandril conico
31	0	1,45	↓					Montar mandril conico en el cabezal movil
32	0	6,28	↓					Afilar buril en la amoladora
33	0	4,54	↓					Presionar pieza entre el tope metalico y el mandril conico
34	0	0,59	↓					Cuadrar RPM de la maquina
35	0	3,34	↓					Cilindrado exterior
36	0	0,48	↓					Sujetar calibrador
37	10	0,43	↓					Traer calibrador
38	0	1,47	↓					Inspeccion de las medidas exteriores de la pieza
39	0	0,48	↓					Desmontar buril de acero rapido para exteriores
40	0	0,49	↓					Soplar virutas
41	0	1,66	↓					Montar buril de acero rapido para interiores en torre portaherramientas
42	0	0,48	↓					Desmontar tope metalico
43	0	1,29	↓					Sujetar pieza con la copa de 3 mordazas interiores
44	0	3,72	↓					Cilindrado interior
45	0	2,78	↓					Reubicar piezas a canastilla de producto en proceso
46	0	0,49	↓					Sujetar calibrador
47	0	2,63	↓					Inspeccion general
48	0	0,49	↓					Soplar virutas
49	0	1,05	↓					Pedir al jefe de produccion inserto de caucho
50	0	1,71	↓					Probar inserto de caucho en la tulipa
51	0	0,75	↓					A la canastilla de producto de en proceso






## Anexo F. Diagrama de flujo de proceso para la pieza 1J0 312 101 C (Mejorado)






### DIAGRAMA DE FLUJO DE PIEZA (METODO MEJORADO)



INGENIERIA DE PLASTICOS INDUSTRIALES

**ECONOMIA TOTAL EN TIEMPO DEL 40,1 %**


		Resumen:	No	ACTUAL	MEJORADO	DIFERENCIA
Tulipa KHS	Plano No: 0874					
Conjunto: NO	Fecha: Noviembre 2008	 OPERACIÓN	39	56,08	41.94	14,14 (Economía del 25,21% en operaciones)
Responsable:	Tiempo de manufactura:	 TRANSPORTE	1	2,13	0,49	1,64 (Economía del 76 % en transportes)
	HORAS:	 INSPECCION	4	6,16	6,16	0
	MIN: 49,77 (-40,1%)	 DEMORAS	0	17,54	0	17,54 (Economía de 100% en demoras)
		 MACENAMIENTO	1	0.75	0.75	0.75

No	DISTANCIA (mts)	TIEMPO (min)	PROCESO					DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD
								
1	0	0,91	↓					Buscar barra de acetal negro de 3" (INICIO)
2	0	0,61	↓					Sujetar barra manualmente
3	6	0,49		→				Transporte de barra a torno
4	0	0,97	↓					Pasar barra de acetal por el cabezal fijo del torno
5	0	0,64	↓					Sujetar barra de acetal con la copa de 3 mordazas interiores
6	0	0,34	↓					Sujetar mandril broquero
7	0	0,88	↓					Montar mandril en el cabezal movil
8	0	0,44	↓					Sujetar broca de 20/5"
9	0	0,70	↓					Montar broca de 20/5"
10	0	0,70	↓					Cuadrar RPM de la maquina
11	0	1,59	↓					Taladrado
12	0	0,36	↓					Soplar virutas
13	0	0,48	↓					Retirar cabezal movil
14	0	0,49	↓					Sujetar buril de tronzar
15	0	0,61	↓					Montar buril de tronzar en torre
16	0	1,52	↓					Patronar carro longitudinal a la longitud

17	0	0,98	↓					Cuadrar RPM de la maquina
18	0	0,70	↓					Tronzado
19	0	1,88	↓					Soplar virutas
20	0	0,38	↓					Sujetar calibrador
21	0	0,35	↓					Inspeccion de la longitud de la pieza
22	0	0,75	↓					Desmontar buril de tronzado
23	0	0,48	↓					Desmontar broca de 20/5
24	0	2,89	↓					Montar tope metalico para sujecion de la pieza
25	0	0,49	↓					Sujetar buril de acero rapido
26	0	1,47	↓					Montar buril de acero rapido para exterior en torre portaherramientas
27	0	0,61	↓					Sujetar mandril conico
28	0	1,45	↓					Montar mandril conico en el cabezal movil
29	0	4,54	↓					Presionar pieza entre el tope metalico y el mandril conico
30	0	0,59	↓					Cuadrar RPM de la maquina
31	0	3,34	↓					Cilindrado exterior
32	0	0,48	↓					Sujetar calibrador
33	0	1,47	↓					Inspeccion de las medidas exteriores de la
34	0	0,48	↓					Desmontar buril de acero rapido para
35	0	0,49	↓					Soplar virutas
36	0	1,66	↓					Montar buril de acero rapido para interiores en torre portaheramientas
37	0	0,48	↓					Desmontar tope metalico
38	0	1,29	↓					Sujetar pieza con la copa de 3 mordazas interiores
39	0	3,72	↓					Cilindrado interior
40	0	0,49	↓					Sujetar calibrador
41	0	2,63	↓					Inspeccion general
42	0	0,49	↓					Soplar virutas
43	0	1,05	↓					Pedir al jefe de produccion inserto de caucho
44	0	1,71	↓					Probar inserto de caucho en la tulipa
45	0	0,75	↓					A la canastilla de producto de en proceso (FINAL)



### Anexo G. Hoja de operaciones para la pieza 1J0 312 101 C


HOJA DE OPERACIONES							
	<b>PLANO No: 0874</b> <b>PIEZA: 1J0 312 101 C</b> <b>CANTIDAD: ###</b> <b>MATERIAL: Acetal</b>						
OPERACIÓN NO.	DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN	TALLER	MAQUINA	DISP. SUJECION	HERRAMIENTA	INST. MEDICION	TIEMPO (MIN)
1	Taladrado	Mecanizado	Torno horizontal CBT-CS6266C	Copa de tres mordazas	Broca 20/5	Calibrador	1,59
2	Tronzado	Mecanizado	Torno horizontal CBT-CS6266C	Copa de tres mordazas	Buril de tronzado	Calibrador digital	1,88
3	Cilindrado exterior	Mecanizado	Torno horizontal CBT-CS6266C	Tope metalico y mandril conico	Buril de acero rapido para exteriores	Calibrador digital	3,34
4	Cilindrado interior	Mecanizado	Torno horizontal CBT-CS6266C	Copa de tres bridas	Buril de acero rapido para interiores	Calibrador digital	3,72
							<b>10,53</b>

## Anexo H. Hoja de fabricación para la pieza 1J0 312 101 C

HOJA DE FABRICACION																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
---------------------	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

3	DESCRIPCION DE OPERACIÓN Cilindrado exterior			<p>Para la sujecion de la tulipa se utiliza un tope de acero sujetado con la copa de tres mordazas interiores y el mandril conico centrante como se puede ver en la figura. La fuerza ejercida por el operario al mandril conico debe ser considerable para evitar que la pieza se desajuste al momento del mecanizado.</p> <p>Esta operación permite tomar como referencia el "0" tocando la cara exterior de la pieza con el buril y para el desplazamiento longitudinal y transversal del carro se utiliza el comparador DIAL instalado al lado derecho de maquina.</p> <p>Se debe evitar el avance muy rapido para evitar obtener superficies rayadas en la pieza.</p>
	CONDICIONES RECOMENDADAS:			
	Velocidad de corte (m/min):	27		
	Avance (mm/rev):	0.1		
	Revoluciones por minuto (RPM)	400		
	TIEMPOS (MINUTOS)			
	Alistamiento:	9,38		
	Preparacion:	5,56		
	Mecanizado:	3,34		
	TIEMPO TOTAL DE FABRIC.	18,28		
4	DESCRIPCION DE OPERACIÓN Cilindrado interior			<p>Para la sujecion de la tulipa se utiliza la copa de tres mordazar interiores autocentrantes. Y se debe sujetar por la parte mas angosta de la pieza.</p> <p>Esta operación permite tomar como referencia el "0" tocando la cara expuesta del material con la herraminta de corte y para el desplazamiento longitudinal y transversal se utiliza el comparadro DIAL instalado al lado derecho de la maquina.</p> <p>Se debe evitar el avance muy rapido para evitar obtener superficies rayadas en la pieza.</p> <p>"El cilindrado interior se verifica en el momento poniendo un empaque plastico que debe ajustar perfectamente, este empaque es suministrado por el jefe de produccion"</p>
	CONDICIONES RECOMENDADAS:			
	Velocidad de corte (m/min):	27		
	Avance (mm/rev):	0.1		
	Revoluciones por minuto (RPM)	400		
	TIEMPOS (MINUTOS)			
	Alistamiento:	2,94		
	Preparacion:	4,08		
	Mecanizado:	3,72		
	TIEMPO TOTAL DE FABRIC.	10,74		

## Anexo I. Procedimiento para operaciones de torneado

	<b>PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN</b>	Estándar No: 1
	TORNEADO	Versión: 1 Hoja:1 de 1 Revisado:

### 1. OBJETIVO

Establecer un procedimiento para describir las operaciones generales de torneado, para la fabricación de piezas en el taller de mecanizado de ITC Ingeniería de plásticos industriales.

### 2. ALCANCE

Aplica para todos los instructivos de fabricación de piezas que contengan operaciones de torneado.

### 3. RESPONSABILIDAD

Es responsabilidad del Coordinador de producción y el operario de la maquina conocer y aplicar dicho procedimiento.

### 4. PROCEDIMIENTO

El jefe de bodega recibe del jefe de producción la orden de trabajo, con esta se dirige a la bodega para cortar o retirar el material a utilizar en la producción de las piezas especificadas.

Luego de haber retirado el material, se coloca en la mesa de producto en proceso ubicada al costado del torno. El material debe ir acompañado de su respectiva orden de trabajo.

El jefe de producción selecciona al operario del torno que se encargara del mecanizado de la pieza, quien es responsable, antes del mecanizado de la pieza. Revisar que la orden de trabajo contenga el plan de calidad, plano de la pieza, instructivo de fabricación de la pieza y control de proceso. También verifica que la materia prima a utilizar sea del tipo y cantidad correcta.

Tomando como referencia el plano de la pieza, se dirige hacia el torno correspondiente para realizar la puesta a en marcha del mismo, según el instructivo de puesta a punto de dicho torno.

La puesta a punto del torno con la cual se mecanizara la pieza se realizara dependiendo del torno según el instructivo de puesta a punto de cada cual.

Inicia el mecanizado de la pieza según el instructivo de fabricación de la pieza especificada que contenga las siguientes operaciones.

Taladrado  
Ranurado  
Tronzado  
Refrentado  
Cilindrado exterior  
Cilindrado interior  
Roscado  
Torneado Cónico

Toda la información referente al mecanizado de la pieza se encuentra en el instructivo de fabricación de cada pieza.

El operador que mecaniza la pieza es responsable de realizar el reporte de dicha operación y diligenciar comprometidamente y con veracidad los registros para el control de proceso.

Finalizado el proceso de mecanizado en el torno, el operario notifica al jefe de producción que ya acabo su trabajo y hace entrega al mismo la orden de trabajo y las piezas mecanizadas, las cuales son transportadas por el ayudante de taller a la mesa de producto en proceso de la maquina que corresponda la siguiente operación.

Cuando se trabaje en torno CNC el operario debe buscar y editar si es necesario el respectivo programa de la pieza según el instructivo de fabricación.

Para asegurar el buen funcionamiento de todos los tornos se realiza un mantenimiento de acuerdo al plan de mantenimiento.

## **5. SEGURIDAD**

Medidas de seguridad implementadas en operaciones de torneado

### **5.1. SEGURIDAD PERSONAL**

Los operarios de torno y ayudantes de taller deben caer en cuenta que las medidas de seguridad forman parte esencial de su trabajo. Evitar los accidentes tiene que ser uno de los principales objetivo de su trabajo.

Entender y respetar su máquina. Leer y practicar los procedimientos prescritos de seguridad y verificación. Asegurarse de que todos los que trabajan para, con o cerca de Ud., entienden por completo y - de mayor importancia - se conforman con las medidas y procedimientos de seguridad siguientes cuando manejan esta máquina:

Hay que evitar movimientos repentinos, ruidos fuertes, actos inseguros, descuidos, etc. Estas distracciones pueden causar peligro para los que trabajan cerca de la maquinaria.

Tomar en cuenta las instrucciones de seguridad tales como “NO FUMAR”, “ALTA TENSION”, “PELIGRO”, etc. en su zona de trabajo.

Pueden ocurrir accidentes que ocasionen heridas graves personales para Ud. y para otros, debido a que un saliente de la ropa y otros artículos se enreden en cortadores, ruedas de mano, palancas o elementos móviles de la máquina. Las sugerencias siguientes – si se observan – ayudarán a evitar tales accidentes: corbatas, bufandas, guantes (excepto si se los usa para protegerse al manejar las herramientas cortantes de bordes afilados o piezas ásperas, afiladas o calientes), ropa que cae sueltamente y joyas como relojes, anillos, o collares no deben llevarse cerca de maquinaria móvil. Se debe sujetar el pelo largo con una gorra o una redecilla.

Usar equipo de seguridad de protección. Llevar protección homologada y limpia para los ojos y la cara. Zapatos con puntera y suela no deslizantes pueden ayudar a evitar heridas.

Nunca manejar o realizar mantenimiento de este equipo bajo la influencia de alcohol, drogas u otras sustancias o en condiciones que reduzcan la rapidez de reflejos.

No colocarse frente al mandril que sujeta los materiales.

No limpiar la máquina en movimiento.

## 5.2. SEGURIDAD EN EL PUESTO DE TRABAJO

Siempre mantener limpia su zona de trabajo. Zonas de trabajo sucias con aceite, escombros, o agua en el suelo pueden ocasionar caídas, sobre la máquina o en otros objetos, produciendo una herida personal grave.

Asegurarse de que su zona de trabajo esté libre de obstrucciones peligrosas y estar atento a las partes de la máquina que sobresalen.

Devolver herramientas u avíos parecidos a su lugar de almacenamiento apropiado inmediatamente después de usarlos. Mantener los bancos de trabajos bien ordenados y limpios.

Avisar a su supervisor o servicio de seguridad de condiciones de trabajo peligrosas. Hay que dar parte de suelos, escaleras o barras de apoyo deteriorados o rotos, de o plataformas o andamios inestables o con superficies resbaladizas, y repararlos antes de usar. No usar paletas, piezas de trabajo, y cajas como ayuda improvisada para trepar.

## 5.3. SEGURIDAD DE HERRAMIENTAS

Herramientas cortadoras afiladas deben manejarse con guantes o con un paño de taller. Examinar las herramientas cortadoras antes de su uso y rechazar herramientas defectuosas. (Ver aviso).

Retirar de la máquina, inmediatamente después de su uso, herramientas de mano tales como llaves, aparatos de medidas, martillos, y otras piezas.

**AVISO: El incumplimiento de los procedimientos de seguridad descritos en este documento puede ocasionar heridas personales y/o daños en los componentes de la maquinaria.**

## **6. DEFINICIONES**

**TORNEADO:** es una combinación de dos movimientos, rotación de la pieza y movimiento de avance de la herramienta, que genera básicamente formas cilíndricas con herramientas de un solo punto de corte, y en la mayoría de los casos la herramienta es estacionaria y la pieza rotativa.

El movimiento de avance de la herramienta puede realizarse a lo largo del eje de la pieza, lo que significa que el diámetro de la pasada que se obtendrá será el mínimo (cilindrado exterior-interior).

Alternativamente, la herramienta puede avanzar hacia el centro de la pieza lo que significa que la longitud de pasada será un refrentado.

En el torneado por ranurado y torneado por tronzado la pieza gira mientras la herramienta lleva a cabo un movimiento rectilíneo de penetración.

En el mecanizado de torno tendremos las siguientes operaciones:

**Taladrado:** Consiste en mecanizar una perforación de profundidad variable con forma cilíndrica en la pieza.

### **UTILLAJE NECESARIO**

- Brocas
- Mandril o portabrocas
- Contrapunto

**Ranurado:** Consiste en mecanizar unas ranuras cilíndricas de anchura y profundidad variable en las piezas que se tornean.

### **UTILLAJE NECESARIO**

- Buriles hechos a medida
- Buril de tungsteno (Solo para aceros)

**Tronzado:** Operación que se realiza cuando se trabaja con barra y al finalizar el mecanizado de la pieza correspondiente es necesario cortar la barra para separar la pieza de la misma.

### **UTILLAJE NECESARIO**

- Portaherramientas
- Buril de tronzar
- Porta plaquita y plaquita de tungsteno (Solo para aceros)

Refrentado: Es un mecanizado frontal y perpendicular al eje de las piezas que se realiza para producir un buen acoplamiento en el montaje posterior de las piezas torneadas.

#### UTILLAJE NECESARIO

- Buril de acero rápido
- Buril de tungsteno (Solo para aceros)

Cilindrado exterior: Consiste en la mecanización exterior a la que se somete a las piezas que poseen mecanizados cilíndricos.

#### UTILLAJE NECESARIO

- Buril de acero rápido
- Buril de tungsteno (Solo para aceros)

Cilindrado interior: Consiste en la mecanización interior a la que se somete a las piezas que poseen mecanizados cilíndricos.

#### UTILLAJE NECESARIO

- Buril de acero rápido
- Buril de tungsteno (Solo para aceros)

Roscado: Consiste en la mecanización helicoidal interior (tuercas) y exterior (tornillos) sobre una superficie cilíndrica.

#### UTILLAJE NECESARIO

- Machuelo

Torneado Cónico: Consiste en el mecanizado de un cono a partir de un cilindro.

#### UTILLAJE NECESARIO

- Buril de acero rápido
- Buril de tungsteno (Solo para aceros)

Revisado por:

Aprobación:


Gerencia/Director área

Jefe/Asistente área

Aseq.



## **Anexo J. Instructivo de operación para centro de mecanizado**

	<b>INSTRUCTIVO DE OPERACIÓN</b>	Estándar No:
	CENTRO DE MECANIZADO HARDFORD VCM-850	Versión:      Hoja: de Revisado:

### **1. OBJETIVO**

Establecer un instructivo para definir los pasos a seguir en la operación del Centro de mecanizado Hardford VCM-850.

### **2. ALCANCE**

Aplica para la operación del equipo en mención, el cual se encuentra ubicado en el primer piso del taller de mecanizado.

### **3. RESPONSABILIDAD**

Es responsabilidad del Coordinador de producción y el operario de la maquina conocer y aplicar dicho instructivo.

### **4. MEDIDAS DE SEGURIDAD**

- Mantener limpia la pantalla del control, para ello usar paños limpios.
- El operador debe asegurarse que el suministro de aire este puesto
- Cualquier variación de voltaje en el regulador de voltaje debe ser avisada a su Jefe de inmediato.
- Mantener limpias las mordazas del mandril.
- No utilizar aire comprimido para la limpieza.
- Usar bragas, botas de seguridad, casco, lentes de seguridad, tapa oído y mascarilla.

### **5. PUESTA EN MARCHA Y PARADA**

#### **5.1. INSTRUCTIVO PARA EL ARRANQUE DEL CENTRO DE MECANIZADO**

5.1.1. Verifique que el brekers ubicado en la pared atrás de la maquina, se encuentre en la posición ON

5.1.2. Asegurarse de que el suministro de aire esta conectado y que esta en la presión necesaria.

5.1.3 Girar perilla del interruptor general de energía de la maquina 90° hasta la posición ON

5.1.4. Presionar el botón de encendido de color verde ubicado en la parte frontal de la maquina, verifique luz en la pantalla principal del torno.

5.1.5. Ubicar la perilla roja de emergencia ubicada en tablero principal de la maquina, girar 180° a la derecha.

5.1.6. Girar la perilla negra de mando principal hasta la posición HOME, posteriormente presionar los botones X y Z ubicados en el tablero principal y por ultimo presione el botón HOME START.

5.1.8. Cerrar la puerta

5.1.9. Girar la perilla negra de mando principal a la posición MDI.

## **5.2. INSTRUCTIVO PARA APAGADO DEL CENTRO DE MECANIZADO**

5.2.1 Gire la perilla roja de emergencia del panel principal 180° a la izquierda.

5.2.2 Presionar el botón de apagado de color rojo ubicado en la parte derecha de la maquina, verifique luz apagada en la pantalla principal del torno.

5.2.3 Girar perilla del interruptor general de energía de la maquina 90° hasta la posición OFF.

5.2.4 Verifique que el brekers ubicado en la pared atrás de la maquina se encuentre en la posición OFF.

5.2.5 Verifique que la puerta del centro de mecanizado se encuentre totalmente cerrada.

## **6. INSTRUCTIVO PARA PUESTA A PUNTO DEL CENTRO DE MECANIZADO**

### **6.1. DEFINICIONES**

OFS/SET Compensación: Longitud de la herramienta

MDI: Entrada manual de datos

SYSTEM: Juego sistemas de trabajo

INSERT: Insertar

OFS/SET Trabajo: Juego coordenadas de trabajo

### **6.2. INSTRUCCIONES DE PUESTA A PUNTO**

6.2.1. Seleccionar la pieza a elaborar en la maquina.

- 6.2.2. Obtener las herramientas de corte y portaherramientas
- 6.2.3. Obtener o editar el programa de las piezas
- 6.2.5. Obtener el equipo de sujeción de piezas
- 6.2.6. Cargar las herramientas de corte en el tambor de herramientas por la ventana de carga manual, que puede acceder cuando el tambor se mueve a la posición husillo
- 6.2.7. Ajustar la posición de referencia de herramientas, usando la función (OFS/SET Compensación), que le permite asignar, borrar o editar longitudes de herramientas, ya sea introduciendo valores directamente o capturando. Utilizar el sensor de herramientas (sonda de mesa) para medir el largo de cada una de las herramientas, utilizando para ello el modo de introducción manual de datos (M.D.I.)(MANUAL DATA INPUT).
- 6.2.8. Introducir la posición de referencia del husillo "Z" y utilizar el valor de la longitud de la herramienta T1; cuando la punta de esta herramienta toque la pieza, en este momento se pulsa la tecla SYSTEM, se elige el sistema de coordenadas G54, pulsar INSERT e introducir la distancia censada con la sonda de mesa en la ventana de posición izquierda y luego pulsar INSERT.
- 6.2.9. Pulsar la tecla programable OFS/SET Trabajo para almacenar en el sistema de coordenadas de trabajo de la posición de referencia (Z).

**NOTA: Verifique que el área y el equipo se encuentren en perfecto orden de aseo.**

Revisado por:	Aprobación:		
	Gerencia/Director área	Jefe/Asistente área	Aseq. Calidad

## **Anexo K. (Propuesta de mejora) Distribución de las materias primas**

La materia prima utilizada en esta planta viene en dos formas estándar. La primera es barras de 3 metros de largo y diferente diámetro las cuales ya están ubicadas en una estantería que clasifica materiales y diámetros. La otra forma es en laminas de 3.05 metros de largo por 1.20 metros de ancho y diferentes espesores que se encuentran apiladas en el piso ningún tipo de distribución. Esto genera un proceso innecesario que se identificó en la anterior fase de este proyecto cuando los operarios tienen que posicionar la lámina que se quiere cortar quitando las láminas que se encuentren por encima de esta.

Para solucionar este problema se implemento un sistema de estanterías que proporciona una distribución y organización adecuada de las láminas eliminando el proceso innecesario y reduciendo considerablemente la carga física de los ayudantes de taller.

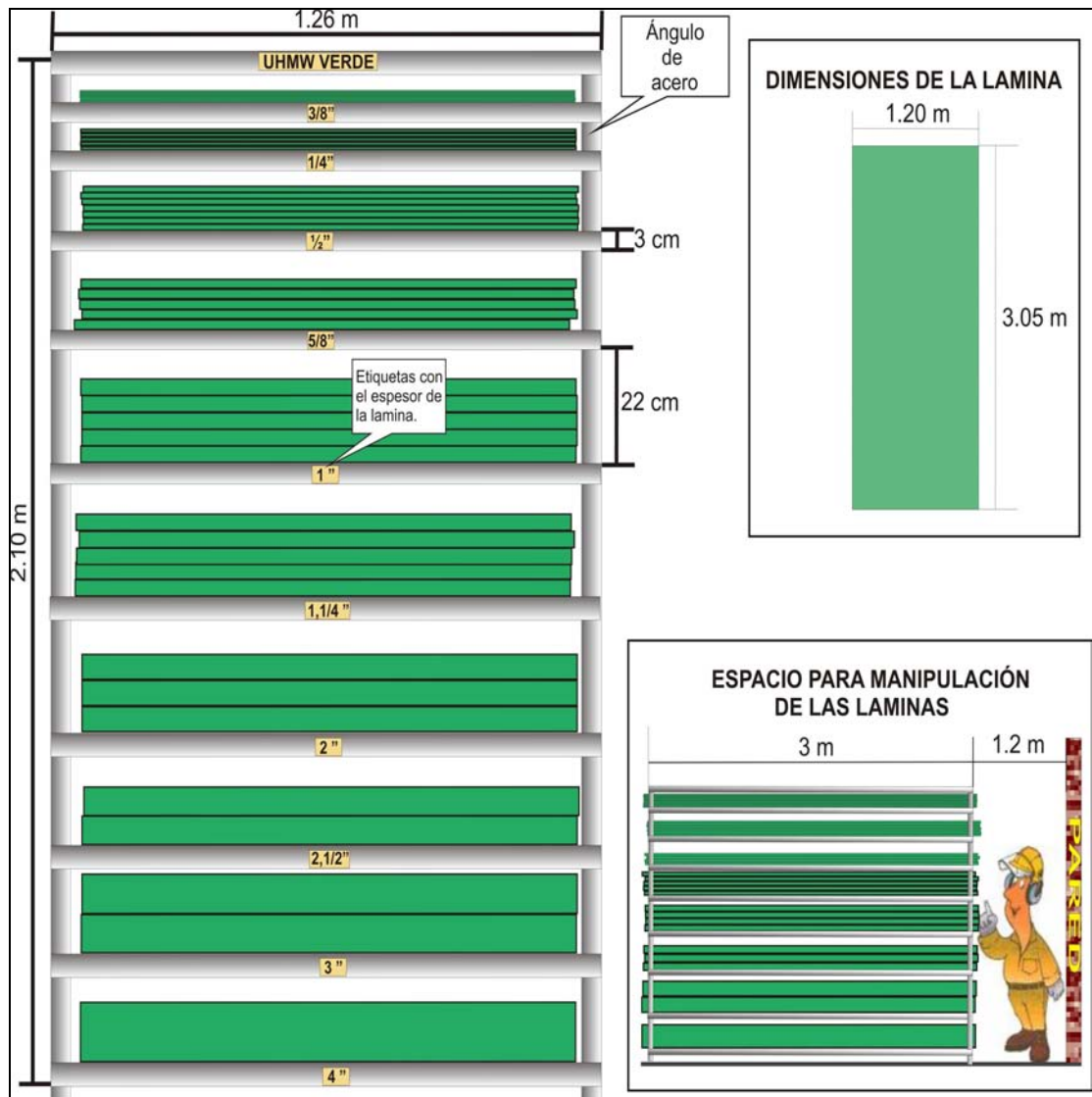
Como se puede observar en la siguiente figura la estantería esta elaborada en ángulo de acero. Este material minimiza los costos ya que la empresa cuenta con un gran inventario del mismo y las uniones se hacen con soldadura de acetileno, proceso que los operarios conocen muy bien.

Cada estantería contiene un determinado tipo de lámina de material y cada sección contiene un espesor específico de este material. No sobra aclarar que todas las estanterías tienen las mismas dimensiones de área por que todas las láminas independientemente del material que tengan tienen las mismas superficies. Y su altura quedo restringida por la altura del techo que tiene la bodega.

También se dejo un espacio de 1.2 metros en la parte trasera de la estantería para que el operario tenga la facilidad de movilizarse por detrás de la misma y empujar la lamina que se vaya a utilizar.

El tamaño y la capacidad de la estantería deben ser acordes con las restricciones de espacio que tiene la bodega actual pero debe tener una capacidad mayor a la del inventario máximo que maneje la empresa actualmente. Esto debido a que la empresa tiene planes de aumentar su producción y no quiere incurrir en posteriores reformas para maximizar el espacio en bodega en los próximos años.

## Implementación de sistema de estanterías para láminas de material UHMW verde



**Distribución de láminas de materia prima en la estantería**

ESTANTE	MATERIAL	ESPESOR	INVENTARIO MAXIMO	CAPACIDAD DEL ESTANTE
1	UHMW Negro	3/8"	7	8
		1/4"	9	12
		1/2"	6	12
		5/8"	5	13
		1"	4	8
		1 1/4"	4	7
		2"	2	4
		2 1/2"	1	3
		3"	1	2
		4"	1	2
2	UHMW Blanco	3/8"	6	8
		1/4"	7	12
		1/2"	6	12
		5/8"	5	13
		1"	4	8
		1 1/4"	3	7
		2"	1	4
		2 1/2"	1	3
		3"	1	2
		4"	1	2
3	HD Negro	3/8"	3	8
		1/4"	3	12
		1/2"	3	12
		1"	2	8
		1 1/4"	1	7
3	HD Blanco	3/8"	3	8
		1/4"	3	12
		1/2"	3	12
		1"	2	8
		1 1/4"	1	7
4	UHMW Verde	3/8"	6	8
		1/4"	10	12
		1/2"	10	12
		5/8"	11	13
		1"	6	8
		1 1/4"	5	7

